

INTERVENCIÓN DIDÁCTICA BASADA EN EL PROTOTIPO “LIVING MACHINE”
PARA FOMENTAR CAPACIDADES ARGUMENTATIVAS MACROPROYECTO “LIVING
MACHINE”

JHON VALMER MARULANDA BETANCOURT

Trabajo para optar al título de Magíster en Ciencias Ambientales con énfasis en Enseñanza de
las Ciencias Naturales

Universidad Tecnológica de Pereira
Maestría en Ciencias Ambientales
2017

INTERVENCIÓN DIDÁCTICA BASADA EN EL PROTOTIPO “LIVING MACHINE”
PARA FOMENTAR CAPACIDADES ARGUMENTATIVAS MACROPROYECTO “LIVING
MACHINE”

JHON VALMER MARULANDA BETANCOURT

Asesora
Jeymmy Milena Walteros Rodríguez
Magíster en Ciencias Ambientales

Trabajo para optar al título de Magíster en Ciencias Ambientales con énfasis en Enseñanza de
las Ciencias Naturales

Universidad Tecnológica de Pereira
Maestría en Ciencias Ambientales
2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, Diciembre de 2017

Resumen

Se realizó una investigación tipo cuantitativa buscando el desarrollo de las capacidades argumentativas, las competencias en ciencias naturales y educación ambiental y la sensibilidad frente al ambiente en los estudiantes del grado 7.1 de la institución educativa Ciudadela del Sur de Armenia, mediante el diseño e implementación de una secuencia didáctica que utiliza el prototipo living machine como laboratorio vivo en el aula y con un eje temático fundamentado en las redes tróficas y pirámides ecológicas de los ecosistemas. Se aplicaron dos instrumentos, bajo la figura de pre-test y pos-test, para la recolección y valoración de la información antes y después de la intervención. Como resultados se evidencia que, inicialmente, se debe hacer un diagnóstico para determinar las capacidades y competencias iniciales de los educandos, para así proponer estrategias innovadoras en el aula, en pro de fortalecer las debilidades y falencias argumentativas y en los saberes científicos encontrados, desde una perspectiva constructivista y motivadora para el desarrollo de las competencias en ciencias naturales y educación ambiental. En este sentido, una secuencia didáctica basada en un modelo ecosistémico, fomenta el quehacer científico en los estudiantes, que les permite articular experiencias en el aula con el saber teórico, para formar individuos competentes en las ciencias y capaces de apoyar sus conclusiones en datos o pruebas estructuradas desde la práctica, con un conocimiento básico amplio para justificar sus posturas.

Por lo cual se postula este estudio como un ejemplo de la transformación que propende la didáctica de las ciencias naturales, sobre la utilización de modelos para desarrollar capacidades argumentativas y competencias científico-ambientales.

Palabras claves: Living machine, Capacidades argumentativas, Competencias en ciencias, Secuencia didáctica.

Abstract

A quantitative research was carried out, in search of the development of the argumentative capacities, the competences in natural sciences and environmental education and the sensitivity to the environment in the students of grade 7.1 of the educational institution Ciudadela del Sur of Armenia, through the design and implementation of a learning unit that uses the living machine prototype as a living laboratory in the classroom and with a thematic axis based on the trophic chains and ecological pyramids of the ecosystems. Two instruments were applied, under the figure of pre-test and post-test, for the collection and evaluation of the information before and after the intervention. As results, it is evident that, initially, a diagnosis must be made to determine the initial abilities and competences of the students, in order to propose innovative strategies in the classroom, in order to strengthen the weaknesses and argumentative flaws and in the scientific knowledge found, from a constructivist and motivating perspective for the development of competences in natural sciences and environmental education. In this sense, a didactic sequence based on an ecosystemic model fosters the scientific task that allows it to articulate experiences in the classroom with theoretical knowledge, to train competent individuals in the sciences and able to support their conclusions in data or structured tests from the practice, with a broad basic knowledge to justify their positions.

So this study is postulated as an example of the transformation provided by the practice of natural sciences, on the use of models for the development of argumentative skills and scientific-environmental competences.

Key words: Living Machine, Argumentative skills, Science competences, Learning Unit.

Dedicatoria

Este trabajo de investigación es dedicado a María Quícela Betancourt, mi madre. Por el esfuerzo, la dedicación, el amor y la confianza que denota en cada acto, en cada gesto, en cada momento y en cada mirada que realizó, y aún realiza, para formarme como persona, profesional e hijo. Eternamente agradecido.

Agradecimientos

En primer lugar al Ministerio de Educación Nacional por brindar la oportunidad de formación a los maestros del sector oficial, con el programa Becas para la Excelencia Docente, en búsqueda de un mejor futuro para nuestros niños y niñas.

A la facultad de Ciencias Ambientales, a la Maestría en Ciencias Ambientales y a todos sus directivos, docentes y administrativos por el constante apoyo, formación y consejos que hicieron salir adelante esta investigación.

A la Institución Educativa Ciudadela del Sur, por brindar los espacios pertinentes para la formación académica y la implementación del presente proyecto.

A la directora del macro-proyecto “Living Machine”, Magister en Ciencias Ambientales Jeyimmy Milena Walteros Rodríguez, por sus conocimientos, guía y paciencia en el desarrollo académico y personal en esta maestría y en específico por brindar su experiencia para la presentación de esta investigación.

De igual forma, un agradecimiento especial al docente y co-asesor, Magister en Educación Carlos Abraham Villalba Baza, por todos los conocimientos y estrategias entregadas en este y otros espacios académicos en los que se tuvo la fortuna de contar con su tutoría.

A mi familia, por la paciencia y el ánimo que me regalaron para terminar mi trabajo de investigación, especialmente a Vicky, mi novia, por tanta dedicación y esfuerzo sin esperar ninguna recompensa a cambio.

Hoja de Vida

Fecha de Nacimiento: 24 de Diciembre de 1986, en Filandia, Quindío, Colombia
Fecha de grado del Pregrado: Diciembre de 2009, Ingeniero Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia, Colombia.
Año de vinculación: Junio de 2015, Docente de ciencias naturales y educación ambiental, Institución educativa Ciudadela del Sur, Colombia.

Ingeniero Agroindustrial que incursiona en el campo educativo seguro que la ruta para traer desarrollo a nuestro país se basa en la transformación en la educación. Afín a las corrientes educativas constructivistas, orienta a sus educandos de grado séptimo hacia el descubrimiento de las ciencias naturales, química y física de una manera vivencial y contextualizada a su entorno y al modelo educativo propio de la Institución Educativa Ciudadela del Sur.

En su práctica pedagógica fomenta el quehacer en el aula, el trabajo colaborativo y el uso de las TIC's como herramienta fundamental para ampliar los conocimientos, generar curiosidad y fomentar el autodescubrimiento del mundo, con el fin de acercar el saber científico a las motivaciones de sus educandos de una forma activa y pertinente al cambio globalizado de la educación.

Ambientalista de corazón, fomenta en sus estudiantes el cuidado de su entorno desde el análisis de las múltiples alteraciones en el planeta y las consecuencias que trae consigo el desarrollo del ser humano y las posibles formas en que podríamos prosperar como especie sin impactar de forma tan severa nuestro hogar.

Consciente que el conocimiento no es estático, busca una constante profesionalización en pro de mejorar sus condiciones profesionales y laborales para brindar una educación de calidad y utilidad para la vida de sus educandos.

Tabla de Contenido

1. Generalidades de la investigación.....	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Descripción del problema.....	14
1.3 Justificación.....	20
1.4 Contexto	20
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 Objetivo General.....	22
1.5.2 Objetivos Específicos	22
1.6 Pregunta de investigación.....	23
1.7 Hipótesis	23
2. Métodos y Metodología	23
2.1 Marco Teórico	23
2.1.1 Pedagogías Activas para desarrollar competencias en el aula.....	23
2.1.2 Capacidades argumentativas en Ciencias Naturales y Educación Ambiental	25
2.1.3 Living Machine como prototipo de enseñanza en el aula.....	27
2.2 Marco Metodológico	29
2.2.1 Planificación de la intervención didáctica y la construcción del prototipo living machine.....	29
2.2.2 Aplicación de la intervención	31
2.2.3 Análisis e interpretación de los resultados.....	35
3. Resultados y Discusión de resultados	37
3.1. Resultados y Análisis del Pre-test	38
3.2. Análisis de la Secuencia Didáctica.....	44
3.3. Resultados y análisis del Pos-test y contraste de resultados con el Pre-test.....	53
4. Conclusiones y recomendaciones	68
4.1 Conclusiones de la intervención	68
4.2 Recomendaciones para futuras investigaciones	70
5. Referencias Bibliográficas	72

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Secuencia Didáctica</i>	32
Tabla 2. <i>Rejilla teniendo en cuenta los componentes de la argumentación de cada nivel...</i>	35
Tabla 3. <i>Niveles, puntajes y juicios de valoración de argumentación.</i>	36
Tabla 4. <i>Número de estudiantes por nivel de argumentación en el pre-test</i>	39
Tabla 5. <i>Descripción de las sesiones de la secuencia didáctica</i>	45
Tabla 6. <i>Número de estudiantes por nivel de argumentación en el pos-test</i>	58

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Resultados de Colombia según los niveles de desempeño en la prueba de ciencias, en comparación con el promedio de los países de Latinoamérica, de los países miembros de la OCDE y de los países asociados a la OCDE. Copyright 2017a, ICFES & MEN. Recuperado con fines educativos.....	17
<i>Figura 2.</i> Comparación de porcentajes según niveles de desempeño en la entidad territorial y el país en ciencias naturales, quinto y noveno grado. Copyright 2017a, ICFES. Recuperado con fines educativos.....	18
<i>Figura 3.</i> Resultados Prueba SABER 2016 en la I.E. Ciudadela del Sur referente a los grados quinto y noveno en Ciencias Naturales. Copyright 2017a, ICFES. Recuperado con fines educativos.	19
<i>Figura 4.</i> Relación entre los componentes de un argumento en el formato de Toulmin. Copyright 2010 por	25
<i>Figura 5.</i> Valoración de los niveles de argumentación según pre-test aplicado a estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia	38
<i>Figura 6.</i> Nivel de argumentación logrado por los estudiantes de grado 7.1 al inicio de la intervención.....	40
<i>Figura 7.</i> Porcentaje de acierto en las preguntas de opción múltiple con única respuesta en el pre-test, por parte de los estudiantes de grado 7.1.	42
<i>Figura 8.</i> Resultados del Test Revelador de Tri-inteligencias para los estudiantes de grado 7.1 (Waldemar De Gregori, 1999)	43
<i>Figura 9.</i> Apropriación de Conceptos evidenciada por el estudiante nro. 15 en la Ficha nro. 3, Página 1/2.....	47
<i>Figura 10.</i> Apropriación de Conceptos evidenciada por el estudiante nro. 15 en la Ficha nro. 3, Página 2/2.....	48
<i>Figura 11.</i> Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 1/3.....	50
<i>Figura 12.</i> Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 2/3.....	51
<i>Figura 13.</i> Apropriación de Conceptos y Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 3/3	52
<i>Figura 14.</i> Valoración de los niveles argumentación según pos-test aplicado a 35 estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia.	54
<i>Figura 15.</i> Porcentaje de acierto en las preguntas de opción múltiple con única respuesta en el pos-test, por parte de los estudiantes de grado 7.1	55
<i>Figura 16.</i> Comparativo entre el cuestionario inicial y final presentado por los estudiantes del grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del sur Armenia.....	56
<i>Figura 17.</i> Comparativo de la valoración de los niveles argumentación según pre-test y pos-test aplicado a 35 estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia.....	57
<i>Figura 18.</i> Resultados del pre-test para el estudiante número 22 (ver Anexo 5), donde se evidencia que indicó opciones de respuesta sin ninguna construcción argumentativa, ni conocimiento del eje temático.	59

<i>Figura 19.</i> Resultados del pos-test para el estudiante número 22 (ver Anexo 5), donde se evidencia que indicó conclusiones basadas en datos evidenciando construcción argumentativa y conocimiento básico del eje temático.	60
<i>Figura 20.</i> Resultados del pre-test para el estudiante número 21(ver Anexo 5), donde están ausentes todos los componentes de la argumentación o dominio de eje temático.....	61
<i>Figura 21.</i> Resultados del pos-test para la estudiante número 21(ver Anexo 5), donde se evidencia la producción de conclusiones respecto al eje temático y escasamente apoyado en pruebas.	61
<i>Figura 22.</i> Resultados del pre-test para el estudiante número 30 (ver Anexo 5), donde se emplea datos extractados de las preguntas sin pertinencia a la opción de respuesta y uso limitado de conocimiento del eje temático.....	62
<i>Figura 23.</i> Resultados del pos-test para el estudiante número 30, donde hizo un uso de datos de manera acertada en relación a la opción seleccionada y tuvo nociones de conocimiento del eje temático.....	63
<i>Figura 24.</i> Resultados del pre-test para el estudiante número 25 (ver Anexo 5), donde únicamente se emplea datos extractados de las preguntas sin pertinencia a la opción de respuesta y poco uso de conocimiento del eje temático.	64
<i>Figura 25.</i> Resultados del pos-test para el estudiante número 25, donde se nota una estructuración de justificaciones apoyada en conocimientos básicos movilizados por la secuencia didáctica.....	64
<i>Figura 26.</i> Desempeño comparativo en el pre-test y pos-test por pregunta	66

1. Generalidades de la investigación

1.1 Introducción

Es evidente que en la actualidad los procesos educativos están inmersos en una revolución en donde los métodos tradicionales de enseñanza, que centran su atención en la transmisión lineal del conocimiento, pierden relevancia a la vista de las nuevas corrientes pedagógicas que buscan el desarrollo de competencias en las diferentes áreas del conocimiento mediante una visión constructivista de la pedagogía en el aula, apoyada en herramientas y metodologías prácticas propias de un modelo activo con foco en el educando.

Bajo esta premisa, se considera que la argumentación, entendida como la capacidad de evaluar enunciado con base en pruebas (Jiménez A., 2010), es una competencia fundamental para generar movilidad en diferentes componentes del saber y en el caso específico de las ciencias naturales, permite desarrollar el conocimiento científico, ya que incide en las capacidades de indagación, construcción del conocimiento, evaluación de conceptos con base en pruebas y su posterior divulgación, acercando a los educandos a un pensamiento crítico como científico natural, y por ende, facilita un mejor desempeño en las evaluaciones estandarizadas propuestas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2005)

En el presente proyecto se identifica una problemática latente que es latente en la práctica de la educación en Colombia, en la cual se sigue impartiendo clases que buscan transmitir conceptos, en vez de fomentar competencias a través de la incorporación de pedagogías activas a los currículos, que promuevan el desarrollo integral del individuo contextualizado y proactivo frente a las problemáticas ambientales de su comunidad. Y puntualmente en la Institución Educativa Ciudadela del Sur, se identificó un bajo desempeño mostrado en las pruebas SABER de Ciencias Naturales, como se evidencia más adelante, que indica escaso progreso en la capacidad argumentativa de los estudiantes, motivado por una metodología tradicional de enseñanza, que no se enfoca en competencias de la ciencia y que hace monótona la práctica docente en el aula.

Es por esto que se realizó una intervención en el aula, mediante una secuencia didáctica basada en el prototipo Living Machine, para fomentar el desarrollo de las capacidades argumentativas y entregar conceptos ecosistémicos para facilitar la adquisición de sensibilidad ambiental y conocimiento básico, en los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa Ciudadela del Sur.

En el capítulo uno se realizó una descripción general del proyecto que enmarca la problemática que se identificó en los estudiantes de la institución referente a la falencia en las prácticas educativas tradicionales para lograr el mejoramiento de competencias argumentativas en ciencias naturales, la importancia de incorporar pedagogías activas que promuevan el desarrollo de los componentes científicos en busca de movilizar dichas competencias y el objetivo que motivó la implementación de la presente investigación.

En el Capítulo dos se da una mirada a los autores en los cuales se fundamentó el presente proyecto referente a las estrategias pedagógicas activas en el aula, el desarrollo de competencias

argumentativas y la living machine como prototipo, tanto didáctico, como práctico en el campo ambiental. Bajo el mismo apartado se relacionan aspectos metodológicos propios de un estudio de carácter cuantitativo, en el cual se enmarca la aplicación de dos pruebas estandarizadas (Pre-test – Pos-test) para evaluar la capacidad argumentativa adquirida después de la aplicación de una secuencia didáctica basada en la living machine como insumo principal.

El tercer capítulo se refiere al análisis estadístico y la interpretación de la intervención mediante el uso de estadística descriptiva frente a los resultados Pre-test y Pos-test, con los cuales se determinó las capacidades argumentativas y las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental alcanzadas

El cuarto y último capítulo se discutió respecto a las conclusiones y recomendaciones para la enseñanza de la ciencia basada en competencias, dando mayor énfasis a las prácticas que conllevan a la reflexión en el aula después de la aplicación de la intervención que buscaba formar capacidades argumentativas y competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en los educandos.

Como producto final del presente proyecto se pudo establecer que el uso de nuevas herramientas educativas en ciencias naturales y educación ambiental, como lo son las secuencias didácticas en un marco activo y contextualizado mediante la utilización práctica del prototipo living machine, dan respuesta al cambio educativo que sugiere las nuevas tendencias pedagógicas en el aula y permiten movilizar las competencias argumentativas en los educandos, mediante la interacción y discusión en la escuela para formar individuos ambientalmente críticos y responsables.

1.2 Descripción del problema

En Latinoamérica, durante el siglo pasado, los sistemas educativos, en su gran mayoría, se caracterizaban por una educación estática donde el aprendiz se encuentra subordinado a la enseñanza, inflexible al considerar sinónimos el “enseñar” con el “dictar clase” y de nula investigación ya que los saberes se entendían universales y como verdades absolutas en los cuales el maestro elegía los contenidos, hablaba, disciplinaba y educaba frente a lo que él consideraba correcto, mientras el estudiante era el receptor que escuchaba, acataba normas y recibía la educación (Herrera, M.C., 1993), sin espacio a la crítica constructiva, la opinión, el que hacer propuesto por el educando.

Estas tendencias han virado para dar atención a una educación activa que actualmente ha tomado relevancia. Esto se expresa en el informe de la Unesco (2001), que señala:

Que el éxito en la transformación de los currículos dependerá de su interacción con las necesidades, intereses y problemas de las comunidades. [...] se propone promover una pedagogía centrada en la creatividad y fundamentada en la investigación para que responda a los intereses de los individuos y de la sociedad.

Con el pasar de los años la educación ha evolucionado desde una perspectiva inmóvil de verdades absolutas que formaban individuos memorísticos y repetitivos, hacia la formación de un ser humano activo, con responsabilidad, innovador, con diversos puntos de vista y tolerante

frente a las opiniones de los demás, capaz de desarrollarse en medio de una sociedad mundial en constante redefinición.

Colombia no es ajena a este cambio. Aunque la transformación educativa se inició en la década de los 30's (Herrera, 1993), sufrió un alto motivado por múltiples condiciones políticas y sociales, locales y globales, que hizo continuar con un modelo magistral, de saber absoluto y con total autoridad del maestro, que no permite el desarrollo vivencial de capacidades para su desarrollo como individuo.

Finalizando siglo, se considera necesario un cambio en la educación colombiana, que promueva procesos de transformación en la enseñanza, según MEN (2010):

Quizá la más importante transformación que se ha presentado en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las últimas décadas, radica en pasar de una educación centrada en la transmisión de contenidos, a una educación centrada en el desarrollo de competencias.

Pero en la práctica este cambio avanza poco, atenuado principalmente por la labor docente, ya que no se ha logrado una movilidad procedimental permanente y las direcciones pedagógicas en el aula continúan estancadas décadas atrás.

Particularizando, la Institución Educativa Ciudadela del Sur cuenta con un perfil académico institucional que propone una metodología de enseñanza basada en el modelo constructivista denominado “escuela nueva – escuela activa” que promueve un ambiente de colectividad y sentido de pertenencia; un proceso de aprendizaje activo, [...] con un currículo pertinente y relacionado con la realidad de los niños (as)” (PEI, p. 45), pero a su vez, y a pesar de las bondades evidentes de este modelo, la enseñanza retoma una faceta conductista por parte de algunos docentes, donde los alumnos reciben conocimiento de una manera ordinaria, sin contexto o innovación, afectando particularmente áreas en las cuales el estudiante debe tener un contacto permanente con el quehacer contextualizado a su cotidianidad, como lo son las Ciencias Naturales, para que en un futuro puedan impactar positivamente su comunidad.

Se da prioridad a una serie de conceptos sobre el estado ambiental en general, donde se estipula los efectos nocivos que tienen estas fuentes de contaminación en la comunidad (PEI, p. 33). Además se reconoce desde el Proyecto Escolar Ambiental y de Gestión del Riesgo (PRAE-PEGER), el “poco sentido de pertenencia frente al aspecto ambiental de su entorno” y propone una serie de estrategias pedagógicas y de intervención para mitigar el poco interés ambiental de la comunidad (PEI, p. 168-170). Sin embargo, no se estipula un plan de acción claro, con herramientas pedagógicas motivadoras y de alto impacto para la sensibilización frente al ecosistema circundante. Lo anterior evidencia la necesidad de articular ideas nuevas y de gran impacto en la institución y particularmente al implementar prototipos experimentales en la educación, como la “Living Machine”, se pueden desarrollar competencias ambientales en los estudiantes, a su vez que se da respuesta a un trabajo cooperativo, práctico y contextualizado.

Referente a la capacidad argumentativa que se pretende desarrollar mediante la implementación de una secuencia didáctica como alternativa a las prácticas tradicionales en las ciencias naturales, se puede evidenciar en las aulas de clase una gran brecha entre los conocimientos adquiridos por los estudiantes y la manera en que justifican sus premisas o ideas

frente a ese conocimiento, ya que en su gran mayoría no presentan una producción textual adecuada al momento de argumentar una respuesta, sus enunciados son cortos, básicos y en algunos casos faltos de coherencia, utilizan un lenguaje cotidiano guiado por sus experiencias y hacen poco uso de los términos técnicos y datos científicos aportados por la ciencia desarrollados en su academia.

Esta situación se ve incrementada por las carencias que presentan los estudiantes en las competencias científicas básicas. Tal como lo afirma Rojas V. (2016) “las dificultades de los estudiantes en el uso del conocimiento científico, la explicación e indagación de fenómenos y problemáticas científicas se pueden relacionar con los procesos de argumentación” (p. 11). Esto se evidencia en la dificultad que presentan los estudiantes para realizar argumentos apoyados en conocimientos científicos (como la elaboración de enunciados explicativos o en su defecto la aceptación o refutación del mismo con base en pruebas), en distintos fenómenos que involucran variables o situaciones nuevas.

La problemática se consolida debido al poco espacio disponible para poner en práctica lo aprendido, llevarlo hasta un contexto cotidiano de aplicación y evaluarlo con base en nuevos conocimientos. Como refiere Jiménez A. (2010) “el currículo que favorece la argumentación está basado en problemas auténticos, situados en el contexto de la vida real y que requieren que el alumnado participe en el proceso de indagación” (p. 101). Lo que sugiere un plan de estudio estructurado con menos contenidos y más reflexiones que faciliten al estudiante el proceso científico al evaluar sus postulados o respuestas con base en pruebas, además de esto, se requiere docentes capacitados con habilidades de adaptación y nuevas metodologías de enseñanza que den respuesta al cambio educativo que se presenta en la actualidad (Herrera, M.C., 1993)

Respecto al ámbito internacional, se compara el desempeño en Ciencias de 11795 estudiantes colombianos con otros países de Latinoamérica, y a nivel mundial, con los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y los asociados (no-OCDE) en las pruebas PISA 2015, cuyos componentes promueven directamente la argumentación como se enunció anteriormente (explicación de fenómenos científicamente, evaluación y diseño de investigación científica e interpretación de datos científicamente) (ICFES & MEN, 2017a). Lo cual indica un leve incremento respecto a los resultados obtenidos en años anteriores, esto se puede ver a continuación en la Figura 1.

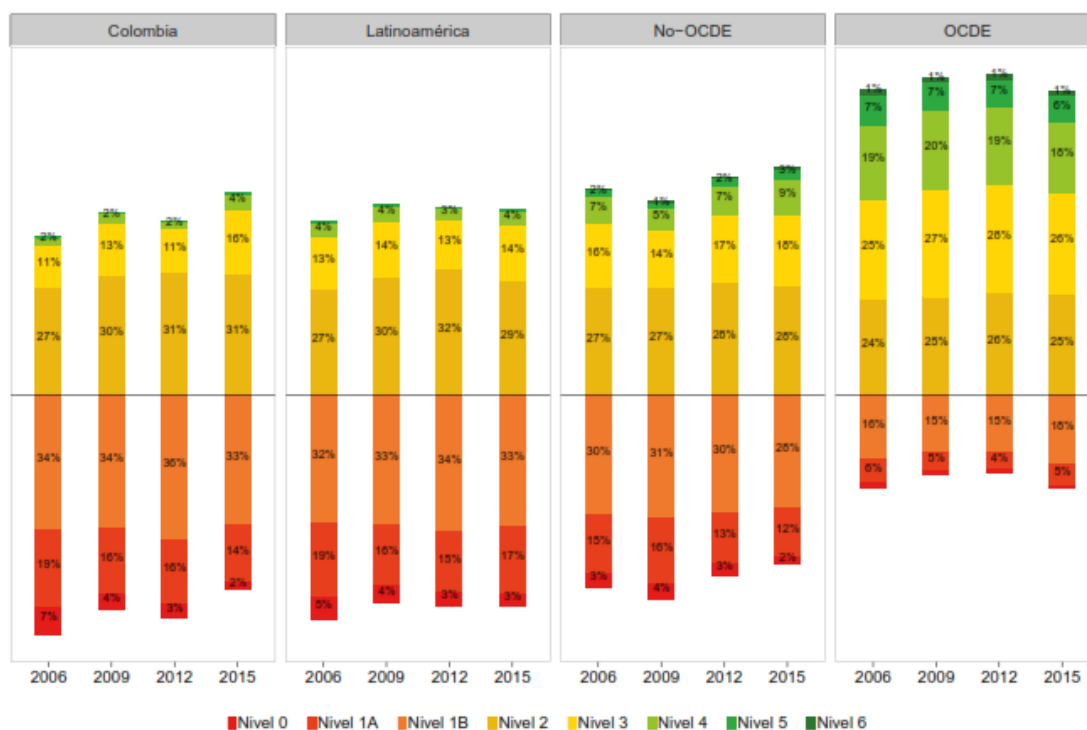


Figura 1. Resultados de Colombia según los niveles de desempeño en la prueba de ciencias, en comparación con el promedio de los países de Latinoamérica, de los países miembros de la OCDE y de los países asociados a la OCDE. Copyright 2017a, ICFES & MEN. Recuperado con fines educativos.

Los resultados de la prueba PISA (2015) muestran un ligero incremento en el desempeño por parte de los estudiantes colombianos seleccionados en la muestra. Pero aún se evidencia que un 49% de los estudiantes se encuentran por debajo del nivel dos, los cuales, según Barrera-Orsorio, Maldonado & Rodríguez, citados por Rojas Vinasco (2010, p.13), no alcanzan el desempeño básico para continuar sus estudios en la educación superior y tampoco para incorporarse a la sociedad en labores que impliquen el uso del conocimiento como herramienta primordial. Lo cual sugiere que aproximadamente la mitad de los estudiantes a nivel nacional no tienen las competencias básicas citadas anteriormente que le permitan desarrollar un nivel argumentativo adecuado en su desarrollo académico

Los resultados obtenidos en la prueba SABER 2016 (Figura 2) para los grados quinto y noveno en Colombia no versan frente a la situación en pruebas PISA anteriormente consideradas.

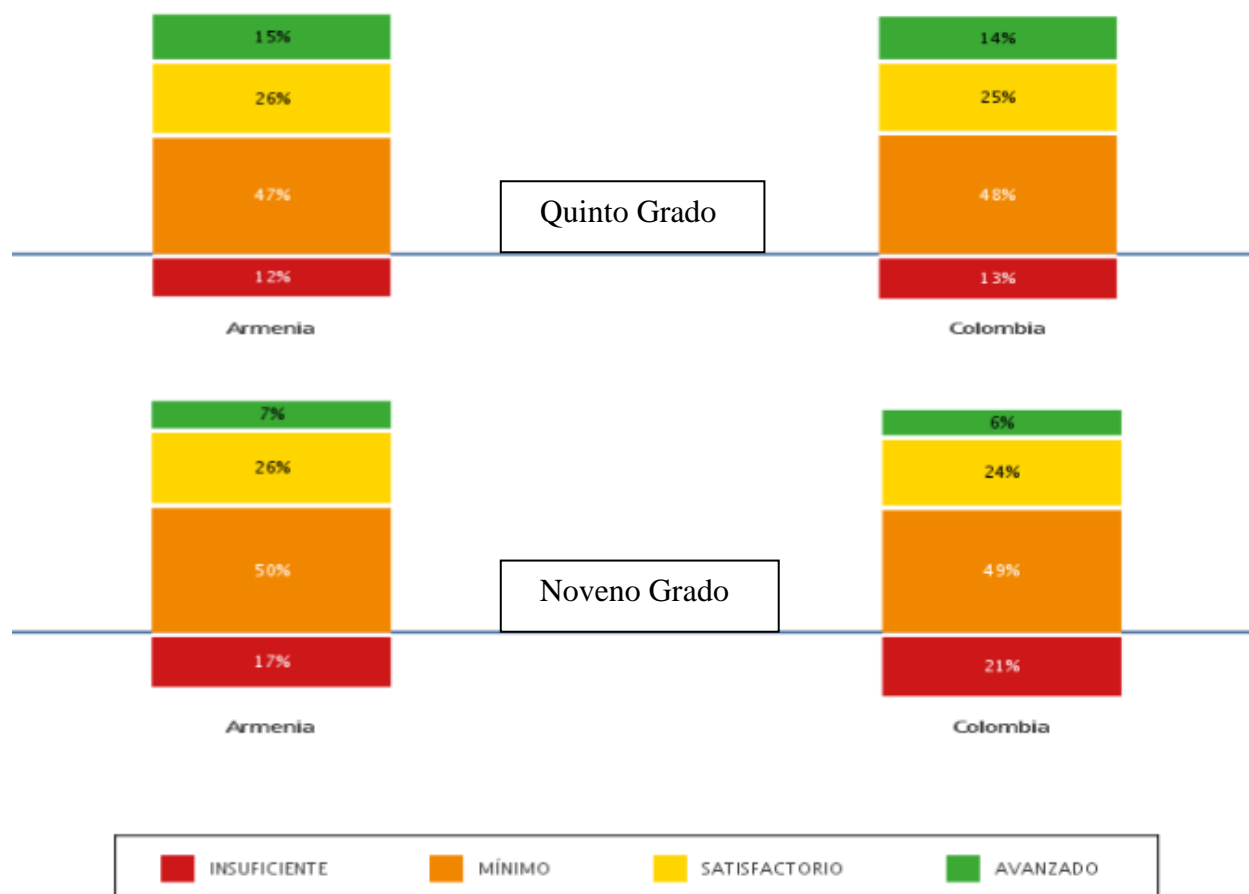


Figura 2. Comparación de porcentajes según niveles de desempeño en la entidad territorial y el país en ciencias naturales, quinto y noveno grado. Copyright 2017a, ICFES. Recuperado con fines educativos.

Armenia, como ente territorial, guarda una similitud respecto a los resultados de la media nacional. Se evidencia (Figura 2) que más de la mitad de los estudiantes de la ciudad, en ambos grados (Para grado quinto 59% y para grado noveno 67%) presentan un resultado valorado como mínimo o insuficiente. Según ICFES (2017), estos estudiantes únicamente lograr superar una tipología de preguntas básicas, es decir, las de menor complejidad y por lo tanto indican un bajo desarrollo en las competencias como el conocimiento científico y para realizar explicación e indagación teniendo en cuenta los componentes evaluados (entorno vivo, entorno físico, Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS). La situación para la Institución Educativa Ciudadela del Sur (I.E. CISUR) presenta resultados aún más bajos (figura 3).

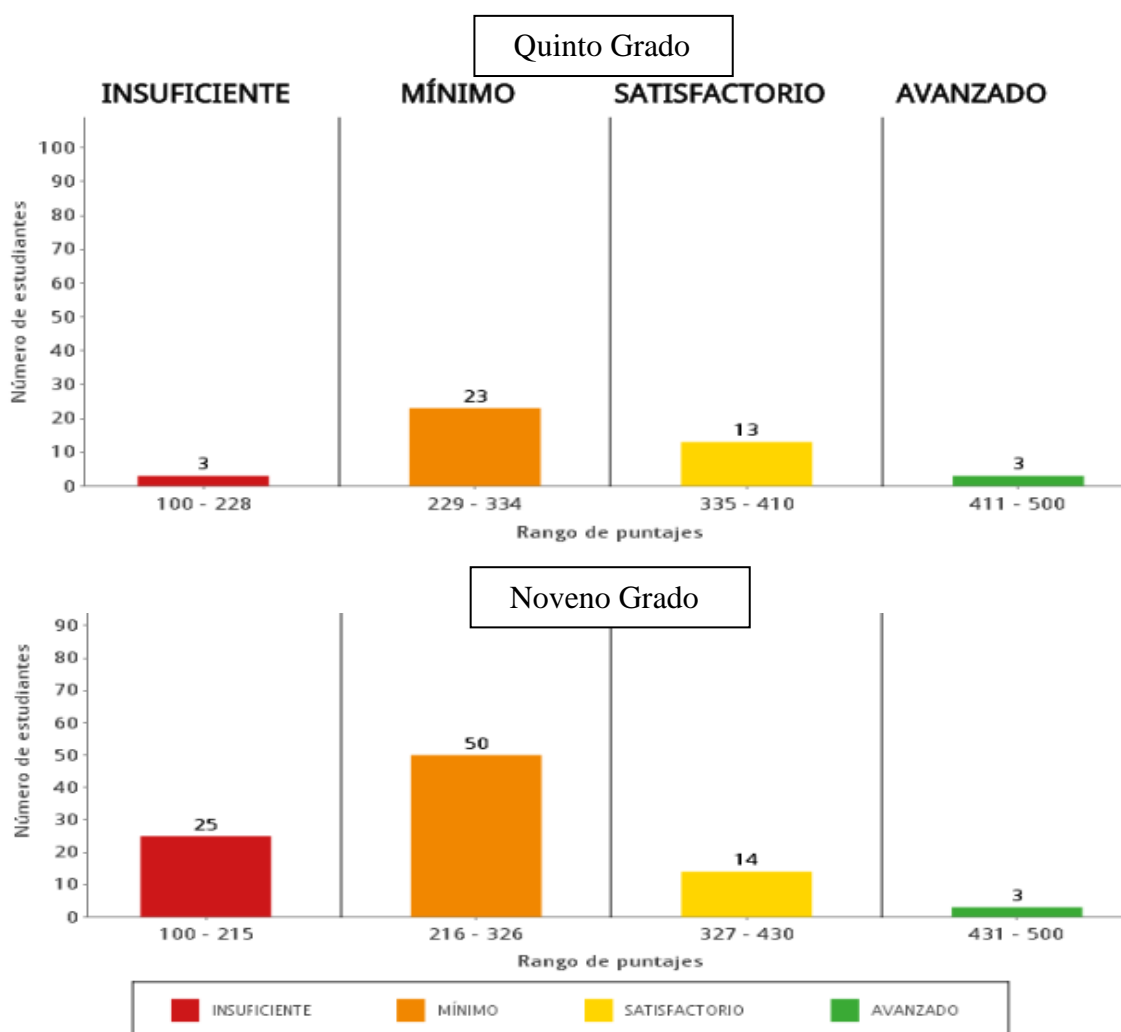


Figura 3. Resultados Prueba SABER 2016 en la I.E. Ciudadela del Sur referente a los grados quinto y noveno en Ciencias Naturales. Copyright 2017a, ICFES. Recuperado con fines educativos.

Se evidencia que los resultados de la prueba SABER (2016) en la I.E. CISUR para los dos grados en mención (Figura 3) son inferiores respecto a la tendencia nacional y local. Se muestra un 61% de los estudiantes de grado quinto sede central y un 81% de los estudiantes de grado noveno sede central valorados por debajo de nivel satisfactorio, lo que indica un nivel crítico en el desarrollo en las competencias como el conocimiento científico y para realizar explicación e indagación teniendo en cuenta los componentes evaluados (entorno vivo, entorno físico, CTS).

Como fue mencionado con anterioridad, los componentes evaluados en la prueba SABER hacen parte fundamental en los procesos de argumentación. Los bajos resultados en dichas pruebas sugiere la necesidad de un cambio metodológico direccionado desde el constructivismo al enseñar las Ciencias Naturales para fomentar las competencias y un diseño curricular adaptado a las guías propuestas por el Ministerio de Educación Nacional.

1.3 Justificación

En el ámbito nacional y específicamente en la I.E Ciudadela del Sur se requieren nuevas perspectivas que ayuden a sus estudiantes a formarse en competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y que motiven a los estudiantes a apropiarse de los conocimientos adquiridos. Específicamente para las ciencias ambientales se debe generar una conciencia renovada en nuestros alumnos y que trascienda al promover en la comunidad un sentido más amplio del ambiente como eje fundamental de todos los aspectos vitales.

Consecuentemente, es indispensable generar cambios curriculares significativos en respuesta a las nuevas tendencias educativas que promueven un desarrollo dinámico y constructivista para fomentar competencias en lugar de saberes estáticos. De allí la importancia de incluir intervenciones didácticas al aula que den respuesta a lo propuesto en los Estándares Básicos de Competencia (MEN, 2005) y demás guías sugeridas por el Ministerio de Educación, sin dejar de lado las opiniones y motivaciones contextualizadas de nuestros educandos.

Es por esto que se hace importante articular el presente proyecto como alternativa para generar nuevas estrategias pedagógicas apoyadas en insumos didácticos renovadores que formen individuos consientes, mediante el fortalecimiento del conocimiento científico y el dominio de competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Jiménez A. 2010), a su vez que apunte, según MEN (2005), a desarrollar capacidades argumentativas, ya que son esenciales para mejorar el aprendizaje, la comprensión, construcción y validación del conocimiento de la ciencia, al tiempo que promueve la formación ética y para el trabajo. Lo anterior sugiere una solución a la premisa de dar respuesta a la transformación que sufre la educación a nivel nacional que propende sujetos críticos y participativos; en cambio de individuos considerados por Gutiérrez & Zapata como una “*tabula rasa* en los que se imprimen los saberes externos”.

Es importante destacar que el avance en las capacidades argumentativas por los jóvenes educandos permite desarrollar los saberes científicos buscados en la enseñanza de la ciencia, al incentivar el uso de los componentes científicos como la indagación, la evaluación y la producción de opiniones basadas en pruebas, para lograr formar individuos críticos frente a las diversas formas en que el ser humano se relaciona con el ambiente en su contexto particular. Como lo propone Molina, citado por Rojas Vinasco (2010, p. 22) donde expresa que dicha capacidad “posibilita que los estudiantes aprendan conocimientos y desarrollen pensamiento crítico, en síntesis, consoliden criterios para evaluar datos, evidencias y opiniones sobre la ciencia, al tiempo, que reflexionan de forma autónoma sobre su desempeño en el mundo que los rodea”.

De esta forma este tipo de intervenciones en el aula, que promueven la capacidad argumentativa, pueden desarrollar las competencias científicas, apoyadas en el conocimiento como evidencia, que le permita al estudiante generar juicios críticos, evaluarlos y posteriormente socializarlos. La interacción entre estos componentes tiene una relación directa con el desempeño obtenido en las pruebas SABER 5°, 9° y 11°, donde se evalúan puntualmente el uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación (ICFES & MEN, 2013).

Por otra parte, la living machine, entendida como “un ecosistema modelado” (Velázquez, A., 2013) es un prototipo que surge a raíz de una problemática ambiental como es la contaminación de las aguas, ya que permite la purificación de este líquido mediante la acción de pulsos, filtros y diferentes factores bióticos y abióticos (Todd & Josephson, 1996). En pocas palabras, es un prototipo que utiliza un ecosistema acuático para mejorar las condiciones físico-químicas del agua, y por ende, permite la observación práctica en el aula de diversas interacciones mediante su funcionamiento, entre las cuales los estudiantes logran identificar los ciclos tróficos y de energía, además de algunas alteraciones ambientales, motivando el cuestionamiento y generación de conclusiones que, al ser apoyadas en conceptos científicos, estructuran argumentos sólidos. De esta manera se facilita el acercamiento del estudiante al saber científico, ya que “los niños naturalmente gravitan hacia las actividades prácticas que involucran el mundo natural” (Ocean Arks International, 1999, p 42) y al quehacer práctico en el aula, los cuales demuestran gran importancia para los procesos de transposición didáctica entre el saber científico y el estudiante (Tamayo et al., 2014).

Así, se da validez a la proyección, construcción, utilización pedagógica (mediante la secuencia didáctica) y evaluación de una Living Machine como insumo didáctico para alcanzar dichas capacidades argumentativas en Ciencias Naturales, y por ende, favorece el dominio de competencias conceptuales y prácticas, además, genera en el estudiante el deseo de aprender, involucrando aspectos y situaciones de su comunidad utilizando el estudio de ecosistemas modelados para cambiar la perspectiva sobre el ambiente y la importancia de realizar acciones verdaderamente efectivas para su cuidado y conservación.

1.4 Contexto

La Institución Educativa Ciudadela del Sur está ubicada en la “Ciudadela Puerto Espejo, Occidente de Armenia, cuenta con influencia en los barrios, Ciudadela Puerto Espejo Etapas I y II, Tesoro, Tesorito, la Virginia, Lindaraja, Santa Rita, Manantiales, Alcázar del café, la Fachada y el Poblado” (PEI, 2017) entre otros, los cuales pertenecen a los estratos económicos 0, 1, 2 y con problemáticas marcadas como la venta y consumo de sustancias psicoactivas, inseguridad, vandalismo y violencia, generadas principalmente por las condiciones socioculturales en las cuales está inmersa la comunidad.

Actualmente, cuenta con una población de 1889 estudiantes matriculados en sus tres sedes, en cabeza del señor rector Marcelo Gallego Marulanda, mientras el coordinador al frente de la jornada A es el Señor Edgar Willian Erazo quien tiene a cargo los grados séptimo.

Se enmarca en una educación inclusiva de modelo flexible, lo cual permite la escolarización de los niños en cualquier período del año escolar y genera a su vez una población flotante en todos sus grados. Hace especial énfasis en los proyectos de bilingüismo y PRAE-PEGER.

La Institución Educativa cuenta con una misión según el PEI que:

[...] promueve una educación inclusiva, contextualizada y participativa; a través del modelo escuela activa urbana; centrado en los diferentes ritmos de aprendizaje; formando ciudadanos líderes, emprendedores, participativos, responsables, respetuosos y con conciencia ambiental; que puedan afrontar significativamente los cambios sociales,

científicos y tecnológicos, generando competencias laborales que contribuyan en la solución de los problemas y conflictos en su comunidad.

Además en marca una visión, según el PEI institucional, que:

[...] para el año 2019 será reconocida como una Institución de inclusión social a través de su modelo pedagógico escuela activa urbana, modalidades en la educación media técnica, el bilingüismo, escuelas de formación deportiva y cultural; con una excelente convivencia escolar que impacte positivamente a la comunidad.

“La Sede Central (donde se desarrolló la intervención) se compone de Básica Primaria, Básica Secundaria y la Media Académica con énfasis en Desarrollo Humano Integral mediante el modelo pedagógico Escuela Activa Urbana para dar respuesta a la alta deserción escolar, la repitencia y la baja calidad de la educación pública en la capital del departamento del Quindío” (PEI, 2017). En este diseño de enseñanza los estudiantes forman grupos de trabajo de 5 integrantes en los cuales existe un líder y a nivel de aula se cuenta con presidente, vicepresidente, secretario, fiscal y tesorero que dan respuesta al gobierno de salón.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar las capacidades argumentativas adquiridas en Ciencias Naturales y Educación Ambiental posterior a la aplicación de una Secuencia Didáctica basada en la “Living Machine” en estudiantes de grado séptimo uno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur de Armenia.

1.5.2 Objetivos Específicos

1.5.2.1 Objetivo 1: Capacidad argumentativa preliminar

Diagnosticar la capacidad argumentativa inicial y los pre-saberes mediante la implementación y análisis de un Pre-test evaluativo en los estudiantes de grado séptimo uno.

1.5.2.2 Objetivo 2: Implementación de la secuencia didáctica

Articular una secuencia didáctica sobre las redes tróficas para estudiantes de grado séptimo basada en el prototipo Living Machine para el desarrollo de la capacidad argumentativa y el fomento de individuos ambientalmente responsables.

1.5.2.3 Objetivo 3: Capacidad argumentativa posterior

Evidenciar la capacidad argumentativa y las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental desarrolladas luego de la implementación de la secuencia didáctica mediante la aplicación y análisis del pos-test evaluativo tipo Saber a los estudiantes de grado séptimo uno.

1.6 Pregunta de investigación

¿Cómo influye una secuencia didáctica enfocada en el dominio teórico-práctico de las relaciones tróficas y pirámides ecológicas mediante la utilización del prototipo “living machine”, en el desarrollo de capacidades argumentativas y el fortalecimiento de la sensibilidad ambiental en los estudiantes de séptimo uno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur del Municipio de Armenia, Quindío?

1.7 Hipótesis

Las intervenciones didácticas basadas en el prototipo Living Machine promueven el desarrollo de las capacidades argumentativas utilizando las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, generando sensibilidad ambiental en los estudiantes de grado séptimo uno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur.

2. Métodos y Metodología

2.1 Marco Teórico

Dado que la mirada central de este proyecto de profundización esta puesta en el desarrollo de capacidades argumentativas mediante la aplicación de una secuencia didáctica basada en la Living Machine como prototipo pedagógico innovador para estudiantes de grado Séptimo de la Institución Educativa Ciudadela del Sur, se abordó una serie de conceptos, justificando desde la teoría existente los beneficios de métodos de enseñanza prácticos y dinámicos para formar individuos con capacidades argumentativas y formados en las competencias Científico-naturales. Con lo cual se pretende dar respuesta a la manera en que influye una secuencia didáctica utilizando como principal insumo académico la living machine, en las capacidades argumentativas de los estudiantes de séptimo grado y si logra o no movilizar la sensibilidad ambiental para formar individuos conscientes y críticos frente al deterioro ecosistémico.

En este apartado se da una mirada concisa a los lineamientos conceptuales que sustentan la validez del presente proyecto, entre los cuales podremos encontrar las pedagogías activas para el desarrollo de competencias, el desarrollo de capacidades argumentativas desde las Ciencias Naturales y Educación ambiental y la Living Machine como prototipo de enseñanza en el aula.

2.1.1 Pedagogías Activas para desarrollar competencias en el aula

El paradigma en la educación nacional, en el cual las pedagogías activas toman un papel relevante al “buscar el desarrollo de un aprendizaje activo y reflexivo que facilite la adquisición de habilidades mentales, investigativas, creativas, analíticas y aplicativas” (Gutiérrez & Zapata, 2009, p. 38), indica una ruta clara en la evolución educativa a nivel de básica primaria y secundaria que intenta centrar las prácticas de enseñanza en el desarrollo de las habilidades, entendidas como competencias, mediante la incorporación de instrumentos innovadores, motivadores y de gran impacto para la vida cotidiana o intereses de los estudiantes; que a su vez da respuesta a lo sugerido en los Estándares Básicos de Competencia donde se propone que “metodologías basadas en el cuestionamiento científico, en el reconocimiento de las propias limitaciones, en el juicio crítico y razonado favorece la construcción de nuevas comprensiones,

la identificación de problemas y la correspondiente búsqueda de alternativas de solución” (MEN, 2005, p.104) con lo cual se da validez a la incorporación de este tipo de propuestas educativas desde la perspectiva procedimental y lo sugerido por el Ministerio de Educación Nacional.

Este tipo de pedagogías que buscan la argumentación en el aula, hacen parte del modelo constructivista ya que propician el conocimiento experimental y un acercamiento al conocimiento científico. Ya que para favorecer el proceso argumentativo del estudiante se debe iniciar, en primera instancia, desde su conocimiento utilizando los saberes empíricos y los sucesos observados, luego desde la teoría como proceso fundamental de transposición didáctica (Tamayo et al., 2014), y finalmente modelado y direccionado por el docente hacia el objetivo de aprendizaje particular, es decir se obtienen argumentos desde la construcción y el saber científico, como lo expone Jiménez Aleixandre (2010) “las clases en las que se promueva la argumentación y el uso de pruebas son clases que adoptan una postura constructivista, es decir que parten de la idea que las personas construyen su conocimiento”. (p.156)

En concordancia con las ideas expuestas se considera pertinente la aplicación de una secuencia didáctica, basada en un modelo constructivista, para el desarrollo de competencias argumentativas ya que mediante esta se puede definir una serie de actividades articuladas específicas en busca de un objetivo central que utiliza los conceptos científicos como pretexto para alcanzar determinadas capacidades. En este sentido, se entiende que “las secuencias didácticas no se proponen que los estudiantes aprendan determinados contenidos, sino que desarrollen competencias para desenvolverse en la vida” (García Fraile, Tobón & Pimienta; 2010)

Por consiguiente es válido afirmar que realizar la intervención utilizando una secuencia didáctica permite el desarrollo focalizado de las capacidades argumentativas desde una pedagogía constructivista, a la vez que permite el desarrollo de conceptos teóricos propios de la ciencia pero de una manera contextualizada a las necesidades del estudiante, es decir, se promueve una educación basada en las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Como lo enuncia Jiménez (2010), la definición de la argumentación, además del componente de justificación en base a las pruebas disponibles, implica un proceso social en el que se pretende convencer a una audiencia, no solo mediante el discurso, sino también en la producción escrita. En este sentido, el trabajo colaborativo es fundamental para consolidar dichas capacidades y para fortalecer el uso de pruebas científicas mediante el debate persuasivo en búsqueda de validar su posición frente a sus pares, como lo indican Berland y Reiser citados por Jiménez (2010, p. 92), “el alumnado usa las pruebas para construir argumentos en mayor medida que presta atención a persuadir a otros de sus ideas y explicaciones”. Por consiguiente para aplicar una secuencia didáctica es necesario el trabajo colaborativo estrechamente ligado entre docente-estudiante y estudiante-estudiante, en el cual las opiniones y conclusiones entregadas por los estudiantes, son sometidas a verificación con base en prueba por los demás integrantes.

De esta forma, es importante construir grupos de trabajo heterogéneos según las capacidades que manifiesten cada uno de sus integrantes, para fomentar una labor colaborativa más efectiva que ayude a la formación de sus potencialidades. La metodología de Waldemar De Gregori (Arias, A; Quintero, E & Sandoval J, 2009), que sugiere una valoración mediante el Test de Tri-

inteligencias (ver Anexo 1) para determinar la dominancia cerebral de cada individuo y así formar equipos de trabajo diversos, capaces de adaptar diferentes roles que conlleven a la realización de diversas actividades de formas efectiva.

Por otra parte, las secuencias didácticas permiten analizar los desempeños particulares de un grupo, facilitando las prácticas reflexivas en el aula por parte del docente, el cual va en pro del desarrollo de competencias en los estudiantes. Esto se logra mediante la reflexión sobre el quehacer docente, reconociendo sus falencias y planeando nuevas estrategias que se centren en cumplir con las necesidades que justificaron su construcción. Perrenoud (2010), plantea que la práctica reflexiva debe constituirse en un hábito permanente en el docente: “Supone una postura, una forma de identidad o un hábito. Su realidad no se considera según el discurso o las intenciones, sino según el lugar, la naturaleza y las consecuencias de la reflexión en el ejercicio cotidiano del oficio, tanto en situación de crisis o de fracaso como a un ritmo normal de trabajo”.

Con lo anteriormente expuesto, se corrobora que las pedagogías activas centradas en el constructivismo, y puntalmente las secuencias didácticas, promueven la formación del individuo en competencias argumentativas y científicas, apoyado desde el quehacer práctico, el cual logra consolidar el saber articulado desde el contexto particular al cual se quiere impactar.

2.1.2 Capacidades argumentativas en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Se considera que el fortalecimiento de la capacidad argumentativa va acorde con las nuevas perspectivas que inciden en la educación colombiana en busca de formar miembros de la comunidad que logren solucionar problemas desde la crítica reflexiva para afectar positivamente la cotidianidad de su entorno, formados desde un enfoque en competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental..

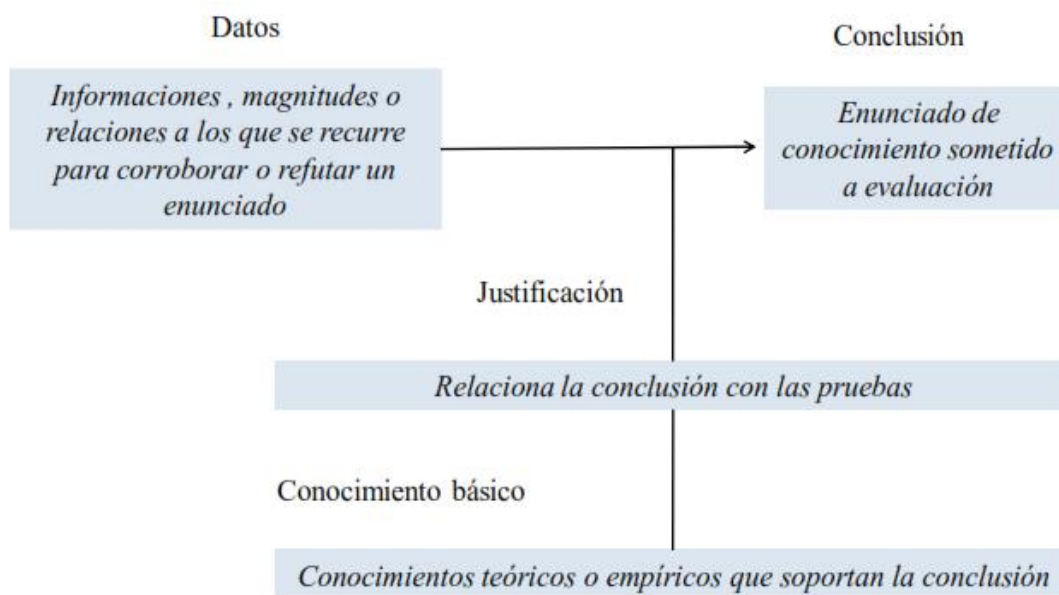


Figura 4. Relación entre los componentes de un argumento en el formato de Toulmin. Copyright 2010 por Jiménez, 2010, p.73, 79, 80. Fuente: Rojas Vinasco (2010, p 41). Recuperado con fines educativos.

Ahora bien, para dar respuesta al desarrollo de dicha capacidad, siendo objetivo principal de la presente intervención, es necesario plasmar que la argumentación “consiste en ser capaz de evaluar los enunciados con base en pruebas, reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas.” (Jiménez, 2010; p 8). Para lograr esto, se debe tener en cuenta la relación existente en los componentes de la argumentación (Figura 4) para alcanzar un desarrollo general en esta capacidad.

En este sentido, los estudiantes llegarán a un nivel de comprensión de situaciones, que les permita generar posturas frente a la diversidad de temas que existen en su contexto, apoyadas en teorías sobre los fenómenos que observa para formar argumentos estructurados desde la relación causa-efecto y donde se evidencien los componentes de la argumentación, al usar pruebas para apoyar las conclusiones como aspectos fundamentales para una construcción óptima de justificaciones apoyadas en conocimientos básicos (Figura 4). Esto implica que el estudiante sea capaz de evaluar utilizando la información disponible para entregar juicios de aceptación o refutación sensatos de las premisas propias y ajenas, formando individuos competentes para la sociedad.

Al examinar la importancia que conlleva el desarrollo de los individuos con capacidades argumentativas para fomentar competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental podemos establecer que, según Jiménez (2010), “«La argumentación contribuye a competencias básicas y objetivos generales de la educación», como aprender a aprender y desarrollar el pensamiento crítico y la cultura científica”, por lo tanto se asume que por medio de esta capacidad, se fortalezcan los aspectos propios de un científico natural como el uso del conocimiento científico, la explicación e indagación de fenómenos y problemáticas científicas y que además dan respuesta a lo propuesto desde los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales los cuales “buscan contribuir a la formación del pensamiento científico en los y las estudiantes colombianos” (MEN, 2005).

La competencia científica, entendida desde el conocimiento y la interacción con el mundo físico (Jiménez, 2010), muestra tres dimensiones necesarias para el fortalecimiento de la argumentación, el uso de pruebas y las competencias básicas. Como lo indica Cañas, Martín y Nieda citados por Jiménez (2010), el favorecer la identificación de cuestiones científicas, la explicación de fenómenos científicamente y la utilización de pruebas, al tiempo que se considera una relación cíclica entre estas tres, es crucial para la formación de individuos en competencias científicas. Por lo tanto al lograr que el educando diferencie cuestiones investigables por parte de la ciencia facilita la comprensión de fenómenos que luego le permitirá crear modelos apoyados en pruebas observadas, mientras que al utilizar pruebas se puede validar un modelo en particular y su análisis conduce también cuestiones pertinentes para la ciencia.

Por otra parte, según Sardà y Puig (2000), “al estudiar las teorías científicas, se hace más importantes el conjunto de argumentos y las interrelaciones que se elaboran para lograr construir un razonamiento, que el posible proceso de inferencia, entendida como la asimilación de un o unos postulados”, pone por entendido que el estudiante debe lograr argumentar antes que recitar los conocimientos científicos, ya que puede utilizar esta competencia para explicar futuros procesos y teorías interdisciplinarmente, como lo propone Sanmartí et. al (2000) “el conocimiento científico posibilita al alumnado un tipo de participación en la sociedad que no se

reduzca a reproducir o consolidar relaciones ya establecidas, sino que promueva plantearse nuevas preguntas y transformar actuaciones”.

De esta manera podrá identificar problemáticas que afecten su comunidad, para luego generar ideas y apoyarlas en datos científicos en busca soluciones efectivas, basado en una nueva perspectiva más racional y que, mediante un direccionamiento apropiado, logré ser consciente de las implicaciones que trae la actividad humana a su entorno, formando individuos sensibles frente a los diversos temas ambientales; tal y como lo expresa Jiménez A. (2010, p) uno de los objetivos relacionados con la argumentación es “ la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales ejerciendo el pensamiento crítico”.

2.1.3 Living Machine como prototipo de enseñanza en el aula

El aprendizaje del ser humano se basa, en gran medida, en las experiencias que su entorno ofrece para formar un abstracto de su contexto, para luego estructurar un conocimiento basado en postulados teóricos de los fenómenos observados. En concordancia a esta idea, Piaget citado en Hernández (2009, p.5) y en Velásquez (2013, p.25) afirmó que:

Una verdad física se puede verificar a través de un proceso experimental que no depende de conceptos prediseñados para el estudiante sino de su racionalidad llevando a cabo un proceso inductivo y deductivo que le permite reconstruir o redescubrir dicha verdad.

Por ende, la modelización de fenómenos ecosistémicos en el aula mediante experimentos tangibles es, sin duda, un camino que fomenta el desarrollo de competencias, ya que no se centra en un concepto temático en particular, sino en la construcción de habilidades que el educando puede usar para dominar cualquier eje temático, como lo expone Adúriz A. & Izquierdo, M. (2009), al definir que un modelo se puede entender como una versión estilizada, réplica, esquema o diseño de algo; que señala una imitación o simulación de su referente, direccionada al trabajo simplificado de los elementos centrales de un eje temático definido con una intención particular y que busca un acercamiento más espontáneo al entendimiento y a la manipulación de lo que se está modelizando.

Es importante entonces para la actividad pedagógica utilizar herramientas y prototipos prácticos y tangibles para la enseñanza de la ciencia de una manera experimental y activa, desde un enfoque por competencias y para fomentar capacidades argumentativas movilizadas desde sus componentes principales (Jiménez A., 2010). En este sentido, se puede entender la living machine como un instrumento práctico potente para el trabajo en el aula de ciencias naturales, como lo expone Velásquez (2013):

La tecnología conocida como “Living Machine” es un modelo a escala de los ecosistemas naturales que se basa en procesos como la fotosíntesis, en los ciclos de los nutrientes, y en la biodiversidad. Por sus características su importancia radica en la función y el uso, bien sea para tratamiento de aguas, re-uso de aguas, y como herramienta para la enseñanza de las ciencias naturales.

Aunque en un principio John y Nancy Todd crearon esta tecnología en “Ocean Arks Internacional” para mejorar las condiciones del agua y permitir una recirculación efectiva de las mismas para la industria piscícola, se evidencia que la *living machine* es una tecnología práctica que al adaptarse al campo educativo propicia para el desarrollo de capacidades en el aula, como se expone en la Ocean Arks Internacional (1999) “al estudiar un sistema natural y nuestra relación con el entorno que nos rodea, se experimentan poderosas herramientas de aprendizaje y estrategias para desarrollar pensamientos refinados”. Lo anterior sugiere que al aplicar esta tecnología a la enseñanza, se obtiene una herramienta práctica para que los estudiantes realicen procesos investigativos, de reflexión y análisis, propios de un científico natural (Jiménez, 2010). Así podemos brindar una experiencia didáctica innovadora que ayude a desarrollar individuos argumentativos y competencias básicas de aprendizaje. Como lo propone Chamizo (2007), “Hay que enseñar a los alumnos a argumentar de manera competente, para ello hay que proporcionarles las herramientas y la práctica necesaria para que puedan hacerlo.”

Prueba de las bondades de la “*Living Machine*” en el campo educativo se evidencia en la experiencia del Colegio Saint George de la ciudad de Pereira (ver Anexo 6). Según el Coordinador Académico de dicha institución, Ryan Howard Therán, este tipo de tecnología fomentan el desarrollo y la aplicación de herramientas cognitivas y procedimentales básicas de la biología, la química y la física, para generar investigaciones sencillas que le permiten al estudiante dar razones sobre situaciones de su entorno; aportando a la transformación del mismo de una manera crítica y ética.

Por otra parte, Velázquez (2013), indica que, aunque no pudo implementar su propuesta inicialmente destinada a estudiantes de educación básica de primer ciclo, destaca la importancia de implementar esta tecnología en las aulas ya que “muchas escuelas de la ciudad son urbanas en las cuales los estudiantes no tienen ningún contacto con el entorno natural, de allí que la enseñanza de las ciencias es únicamente teórica y no se relaciona con la realidad”, lo que ayuda a generar sensibilidad en los estudiantes al trabajar, por ejemplo, alteraciones ecosistémicas debido a contaminantes de origen humano en la *living machine* y sus implicaciones en las redes tróficas. En este sentido, una intervención didáctica que tiene su fundamento en este prototipo facilita la articulación del eje temático utilizado en este estudio con los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2005) y la malla curricular (Malla Curricular, 2017) para grado séptimo, en las cuales se indica la utilización de conceptos referentes a las redes tróficas y pirámides ecológicas para el desarrollo de competencias científicas.

Se deja entonces sustentado la viabilidad de implementar estrategias pedagógicas innovadoras, como la herramienta “*Living Machine*”, con el fin de desarrollar capacidades argumentativas en estudiantes de grado séptimo en la Institución Educativa Ciudadela del Sur, además de fomentar el desarrollo de las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y sensibilizar a los mismos sobre la gran importancia de la conservación del ambiente; todo enmarcado en las políticas gubernamentales e institucionales..

2.2 Marco Metodológico

En la presente investigación se realizará un estudio de carácter cuantitativo para determinar, mediante la aplicación de dos pruebas estandarizadas (ver Anexo 1), la viabilidad de implementar una secuencia didáctica basada en la “Living Machine” (variable independiente) frente al desarrollo de capacidades argumentativas (variable dependiente), para así poder realizar un análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos y llegar a la generalidad usando, como lo sugiere Baptista et. al (2006), “la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

La selección del grado 7.1 de manera intencionada, no probabilística teniendo en cuenta la disponibilidad que tenía el docente para realizar la intervención al ofrecer 5 horas semanales en clase de Ciencias Naturales y Educación ambiental.

El grupo 7.1 de la sede Central de la Institución Educativa Ciudadela del Sur cuenta con 35 estudiantes, 17 niños y 18 niñas que oscilan entre los 11 y los 15 años aproximadamente. Se encuentran 3 estudiantes repitiendo el grado y dos más de ellos están diagnosticados con necesidades educativas, ambos con déficit cognitivo. Es un grupo que se enmarca en los estratos socioeconómicos 1 (muy bajo) y 2 (bajo), con un promedio desempeño académico grupal ubicado en el rango nacional mínimo (ISCE, 2016).

Con respecto a las familias de los estudiantes, son en su mayoría conformada por padre, madre y en algunos casos hermanos y abuelos. En su mayoría, se observa interés por parte de ellos hacia sus hijos, manifestado en el acompañamiento continuo que hacen al proceso educativo, asisten a reuniones para entrega de boletines y están en permanente comunicación con las docentes de sus hijos. Por sus condiciones socioeconómicas y culturales la comunidad no tiene desarrollado un sentido de pertenencia por su sector, lo cual promueve la desorganización y el poco cuidado ambiental hacia su entorno inmediato.

Para el desarrollo del presente estudio, se procedió en tres momentos en los cuales la primera etapa abarcó la planificación de la intervención y la construcción de la living machine, en el segundo momento se aplicó la intervención didáctica en el grado 7.1, para finalmente formular una etapa tres donde se realizó un análisis e interpretación de los resultados, de esta forma:

2.2.1 Planificación de la intervención didáctica y la construcción del prototipo living machine

Para iniciar el proyecto, se revisaron algunas investigaciones enmarcadas en el desarrollo argumentativo en la escuela, los Estándares Básicos de Competencias para grado séptimo (MEN, 2005) y sobre la utilización de la living machine como herramienta poderosa para trabajar en el aula, que se emplean como referentes teóricos. Por otra parte, se realizaron visitas al Colegio Saint George y al predio del director de la maestría en Ciencias Ambientales (Juan Mauricio

Castaño, PhD), donde se evidenció las ventajas de utilizar este prototipo para el desarrollo de competencias argumentativas y científicas en los educandos y se analizó el procedimiento para la construcción de los prototipos. Con esto se estableció un punto de partida para formular el presente estudio y se adquirieron nociones, experiencias y conocimiento básico para promover las capacidades argumentativas y las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de los educandos y para la construcción y articulación, mediante una secuencia didáctica, de la living machine como prototipo de enseñanza.

Al unísono, se propuso el contexto problemático, el eje temático que se abordó, los referentes teóricos, los objetivos, los métodos y los instrumentos valorativos del momento inicial y final.

Con referencia al eje temático, al considerar la living machine como un modelo de ecosistema acuático y al analizar lo propuesto en la Malla Curricular de la Institución (2017) y los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2005) que se sugieren para el grado séptimo, se propuso la viabilidad de utilizar los conceptos relacionados a las redes tróficas y pirámides ecológicas para formular la secuencia didáctica basada en el prototipo construido. Esto es sustentado al observar la diversidad biótica que posee dicho sistema, lo cual facilita la observación y análisis de las relaciones alimenticias y los flujos de energía, además de las motivaciones de los educandos de grado séptimo determinadas en el aula de clase. De igual manera, el uso de las redes tróficas y pirámides ecológicas, entendidas desde el flujo de energía en un ecosistema, promueve la movilidad en las capacidades argumentativas de los estudiantes, ya que deben dominar múltiples conceptos para formar justificaciones que den respuesta a un argumento estructurado, tal y como lo afirman Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2014), donde se muestra que “la transferencia de energía a través de los niveles tróficos, requiere que los estudiantes sean capaces de utilizar nociones complejas para apoyar sus explicaciones”. (p.428). En este mismo estudio, se denota la importancia de la utilización de la living machine frente a este eje temático en particular, al mostrar que “una visión del aprendizaje de la ecología en la que se aprenden los conceptos, pero no establecen relaciones, sobre todo las más abstractas, [...] lleva a problemas cuando se trabaja con situaciones contextualizadas en la vida real.” (p. 429), lo que sugiere que abordar estos conceptos de una forma práctica y enfocada al entorno vital de los estudiantes ayuda, no solo al dominio del saber científico, sino también al fortalecimiento de las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en el marco de los Estándares Básicos de Competencias, que le permiten al estudiante incorporar dichos conocimientos para transformar su realidad y en últimas, a formar individuos con capacidades críticas y sensibles frente al deterioro de los ecosistemas.

Referente a los instrumentos, para la validación del Pre-test y Pos-test se ponen en consideración de la directora de proyecto McS. Jeymmy Walteros y MEd. Carlos A. Villalba, antes y después de la prueba piloto con estudiantes de grado 7.2. Debido a que las preguntas de los cuestionarios fueron extractadas de las pruebas SABER (2016) y PISA (2015), fueron evaluadas por los tutores del proyecto y en el pilotaje reflejaron resultados pertinentes al estudio, no se consideró necesario otro tipo de validación de estos.

Posteriormente, se construyó una living machine en la sede Central de la Institución Educativa Ciudadela del Sur, basada en lo expuesto por Velásquez (2013) y Ocean Arks Internacional (1999), que consta de una estructura conformada de 4 tanques de acrílico, motor de

acuario, un gradiente del nivel de agua y diferentes mangueras que interconectan el sistema para simular un ecosistema acuático de la zona. Posteriormente, se aprovisionó el dispositivo con los factores abióticos (sustratos en función de filtros compuestos de piedra, arena, tierra, además de lodo y agua del afluentes contaminados con vertimiento de aguas residuales) y algunos organismos productores (algas, pasto de humedal, buchón de agua, entre otros), con los cuales se inició el proceso de estabilización que se fundamenta en el principio de mejoramiento en las condiciones de calidad del agua por el cual esta tecnología fue creada por la Ocean Arks Internacional (1999). Por último, y pasados 5 días de estabilización, se inoculó el sistema con los demás factores bióticos (peces de 3 especies diferentes, renacuajos, caracoles, larvas de zancudo, entre otros). Lo anterior se puede evidenciar en el Anexo 6, donde se registra fotográficamente el proceso. Durante toda la intervención se generaron pulsos contaminantes (aguas de vertimientos) y de alimentación (azúcar, cáscaras, orina) en pro de garantizar el funcionamiento del prototipo.

2.2.2 Aplicación de la intervención

En esta fase se implementaron los instrumentos de evaluación antes y después del abordaje de la secuencia didáctica basada en la living machine, en los estudiantes de grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur. A continuación se explicita cada uno de esos momentos.

Para determinar la capacidad argumentativa preliminar (objetivo específico 1) que poseían los estudiantes inmersos en el estudio se aplicó un pre-test evaluativo (ver Anexo 1), con 4 preguntas de múltiple opción con única respuesta extractadas del banco de preguntas de las pruebas Saber (2016) (ICFES; 2016) y PISA (2016), INEE (2015) para grado quinto y noveno, que trataban temas referentes a las redes tróficas y pirámides ecológicas como contenido de segundo período académico para los grados séptimos Malla curricular (2017) y con las cuales también se determinó el dominio inicial de las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, en el marco de los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2005).. Adicionalmente, se propuso tres campos de respuesta por cada pregunta, para que el evaluado generase premisas en las cuales se pudo evidenciar la presencia y relación de los componentes de la argumentación (Figura 4) usados para argumentar las afirmaciones de respuesta. Estas preguntas fueron válidas gracias a los magister afines al área, como se mencionó con anterioridad.

Incluido en el mismo cuestionario, se propuso una evaluación de la dominancia cerebral propuesto por De Gregori, W., (1999) mediante el Test de Revelador de Cociente Mental Tríadico (RCMT) (ver Anexo 2) para diagnosticar las manifestaciones del cerebro tríadico, el cual tiene manifestaciones en el comportamiento proporcional o desproporcional que inciden en el desempeño educativo y social del estudiante. En esta oportunidad este test se aplicó con el objetivo de formar los equipos de trabajo con dominancias heterogéneas, en los cuales los educandos puedan desarrollar sus capacidades y potencialidades de forma espontánea y reducir las limitaciones generadas por la interacción social (Arias, A.; Quintero, E. & Sandoval J. (2009).

Estas pruebas se aplicaron a todos los estudiantes mediante la herramienta Google Forms® para fomentar la articulación de las TIC's en el aula (Camargo, 2014) y facilitar la sistematización y veracidad de los datos. El análisis de los datos obtenidos se realiza bajo los

conceptos trabajados por Jiménez, A. (2010) y Rojas, W. (2016) frente a los niveles de argumentación (Tabla 3) como se evidencia en el siguiente apartado.

Con base en las falencias argumentativas y en las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental identificadas en el análisis del pre-test, se adaptó e implementó una secuencia didáctica (objetivo específico 2) entorno al prototipo living machine y basada en la metodología propuesta para el diseño de intervenciones didácticas por García Fraile, J.A., Tobón, S. & Pimienta, J. (2010) y Sanmarti, N. (2000). El eje temático se sugirió alrededor de las redes tróficas y pirámides ecológicas como se sustentó en el apartado anterior. Esta secuencia consta de cuatro sesiones, en las cuales se ejecutaron diferentes actividades en torno al prototipo y fomentando las capacidades argumentativas obtenidas mediante el trabajo colaborativo en el equipo de trabajo, mientras se buscaba el desarrollo de las competencias en ciencias naturales y educación ambiental, tal y como se muestra en la (Tabla 2 y 5) donde se amplía y particulariza la descripción de cada sesión.

Tabla 1

Secuencia Didáctica

NOMBRE DE LA SECUENCIA:	¿Se transforma la energía en los ecosistemas?		
ÁREA:	Ciencias naturales	GRADO: Séptimo Uno	
NÚMERO DE SESIONES:	4	NÚMERO DE HORAS: 40	
NÚMERO DE ESTUDIANTES:	37		
DOCENTE:	Jhon Valmer Marulanda Betancourt		
DESCRIPCIÓN	<p>La presente secuencia tendrá como fundamento conceptual los ecosistemas. Se profundizara en las diferentes relaciones tróficas que se dan al interior de un ecosistema, tales como cadenas alimenticias y sus eslabones, las pirámides alimenticias, los flujos de energía y alteraciones en ecosistemas y sus efectos en las cadenas alimenticias. Además se estudiara en detalle los efectos de las actividades humanas en el ambiente cercano a los estudiantes.</p> <p>Se busca alcanzar incremento en el nivel argumentativo de los estudiantes mediante la explicación fundamentada de varios conceptos y fenómenos frente a los ecosistemas de su contexto.</p> <p>Se empleara un prototipo de ecosistema modelado denominado <i>Living Machine</i> para realizar la intervención de una manera vivida y práctica.</p>		
SABERES	Conceptuales Conceptos generales de	Procedimentales Realizar modelos de	Actitudinal Consciencia y criterio

	ecosistemas Relaciones Intraespecíficas Relaciones interespecíficas Estructura trófica de los ecosistemas	ecosistemas a escala Experimentar con diferentes sustancias contaminantes Diligenciamiento de bitácora por grupos de trabajo	ambiental Trabajo en equipo Responsabilidad
OBJETIVO GENERAL	<p>Al finalizar la secuencia didáctica, los estudiantes del grado 7.1, estarán en capacidad de generar argumentos en los que se encuentran una o más ideas o explicaciones causales (conclusiones), sustentadas en pruebas (hechos, observaciones) o datos hipotéticos (suministrados) u empíricos (recuperados o movilizados) frente a las relaciones tróficas que se dan en los ecosistemas con una mirada crítica sobre el impacto que el ser humano genera en las mismos, mediante la observación, experimentación, identificación y comparación en un ecosistema modelado llamado <i>living machine</i>; además registro de datos verificación de los resultados para aproximarlos al conocimiento científico.</p>		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS (DE APRENDIZAJE)	<p>Al finalizar la sesión:</p> <p>Evidenciar capacidades argumentativas adquiridas mediante el uso de pruebas y/o conclusiones para dar explicación a fenómenos y procesos evidenciados en la <i>living machine</i> por parte de los estudiantes.</p> <p>Promover el dominio conceptual sobre los ecosistemas y específicamente sobre las cadenas tróficas y pirámide.</p> <p>Fomentar la conciencia ambiental en los estudiantes mediante la experimentación con algunos contaminantes.</p>		
ESTANDAR	<p>Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.</p> <p><i>Me aproximo al conocimiento como científico natural.</i></p> <p>Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.</p>		
ACCIONES DE PENSAMIENTO Y PRODUCCION	<p>Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).</p> <p>Sustento mis respuestas con diversos argumentos.</p> <p><i>Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales.</i></p> <p>Comparo mecanismos de obtención de energía en los</p>		

EVALUACIÓN	seres vivos. Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud. <i>Desarrollo compromisos personales y sociales.</i> Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.			
	Desempeño		Formas e instrumentos	
	Articula los conocimientos adquiridos con el contexto cotidiano		Carpeta del grupo para el registro del desarrollo de las actividades, evidencias de observaciones realizadas en la <i>Living Machine</i> , diseño y experimentación en modelos, explicación empírica y fundamentada de fenómenos biológicos, predicciones, resultados e interpretación, formulación de preguntas.	
	Formula preguntas sobre las observaciones que hace sobre los experimentos. Argumenta sus ideas y conceptos como mínimo con bases teóricas o pruebas.			
SESIONES	1 ¿Cómo fluye la energía en un ecosistema?	2 ¿Cómo se forman las redes tróficas?	3 ¿Qué requieren las redes tróficas para subsistir?	4 ¿Los humanos afectamos las redes tróficas?

Nota. Descripción general de la secuencia didáctica basada en la living machine

Luego de cada secuencia se trabajaron cuatro guías conceptuales (ver Anexo 4), las cuales permitían al educando realizar una transposición didáctica entre los conceptos construidos mediante el trabajo práctico en cada sesión con la living machine y el saber científico entendido como conocimientos básicos. De igual forma, después de la aplicación de cada sesión y guía conceptual, se realizaban las ayudas ajustadas pertinentes, al identificar los conceptos que fueron asimilados en menor medida por parte de los educandos, las cuales se realizaron en mayor medida de forma personalizada en el aula.

Al finalizar con la aplicación de la secuencia didáctica y por último, se prosiguió con la aplicación del pos-test evaluativo con el fin de determinar las capacidades argumentativas finales (objetivo específico 3) y las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental desarrolladas, el cual constaba de la misma serie de preguntas que se evaluaron en el primer

instrumento, con el fin de garantizar la idoneidad, inocuidad y validez a los resultados obtenidos en el siguiente apartado respecto a los niveles de argumentación iniciales y finales y el dominio conceptual del eje temático. De igual forma, para facilitar la recolección y análisis de estos datos de utilizó la herramienta web Google Formas®.

Con estos insumos obtenidos en el grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur se da paso al análisis de los datos por cada instrumento y la secuencia para determinar las capacidades argumentativas y las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de los educandos, y por ende, la viabilidad de la intervención basada en la living machine para propender estas.

2.2.3 Análisis e interpretación de los resultados

En este apartado se analizaron los resultados para los dos instrumentos que fueron aplicados antes y después de la intervención en el aula con la secuencia didáctica. Como se mencionó con anterioridad, se aplicó la misma prueba para el momento inicial y final del estudio. Las respuestas de estas se almacenaron en la sábana de respuestas de Google Formas®, por lo cual se copiaron en la rejilla (Tabla 2) para un análisis más significativo y donde se asignó valores a las justificaciones descritas por los educandos, teniendo en cuenta los componentes de la argumentación de cada nivel como se describe en la (Tabla 2), para el desempeño en la argumentación. Los juicios para determinar dichos niveles, que aparecen en esta (Tabla 2), fueron adaptados de Rojas Vinasco (2016), el cual tomó referencia de lo planteado por Jiménez Aleixandre (2010) y lo sugerido por Tamayo et al. (2014) para promover la argumentación en las clases de ciencias.

Tabla 2.

Rejilla teniendo en cuenta los componentes de la argumentación de cada nivel

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL	OBSERVACIONES (SI LAS HAY)
		1						
		1.1						
		1.2						
		1.3						
		2						
		2.1						
		2.2						
		2.3						
		3						
		3.1						
		3.2						
		3.3						
		4						

4.1

4.2

4.3

Nota. Rejilla de Valoración Pre-test y Pos-test. Fuente: Rojas Vinasco (2016)

Con el fin de garantizar la fidelidad de los datos obtenidos, se implementó el método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach (Arias, García & Morales; 2017, p. 107) que permitió estimar la fiabilidad del pre-test y pos-test. La validez de estos se refirió al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir, es decir, asume que los ítems miden un mismo constructo. Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. Como criterio general, George y Mallery citados por Arias, García & Morales (2017, p. 107), sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach: -Coeficiente alfa >0.9 es excelente - Coeficiente alfa >0.8 es bueno - Coeficiente alfa >0.7 es aceptable - Coeficiente alfa >0.6 es cuestionable - Coeficiente alfa >0.5 es pobre - Coeficiente alfa <0.5 es inaceptable.

Posteriormente, se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando las herramientas Excel e InfoStat, con el cual se determinó el nivel argumentativo antes de la implementación de la secuencia didáctica para cada estudiante de acuerdo con los consolidados en la rejilla (ver Anexo 5) y los consolidados en la (Tabla 3), evidenciando las fortalezas y debilidades de los educandos en cuanto al nivel argumentativo y el dominio conceptual referente a las cadenas tróficas y pirámides ecológicas, con las cuales se hicieron adaptaciones a la secuencia didáctica; con la misma metodología, se analizaron los resultados obtenidos en el pos-test. Al contar con la valoración de ambos instrumentos por estudiante, se procedió a realizar el análisis comparativo pre-test y pos-test, con lo cual se pudo evidenciar si se generó o no avance en las capacidades argumentativas de los educandos, durante la intervención didáctica basada en la living machine, enfocada en las redes tróficas y pirámides alimenticias.

Tabla 3.

Niveles, puntajes y juicios de valoración de argumentación.

Nivel	Puntaje	Juicios
1	0-3	Su argumentación es inexistente (opciones de respuesta en blanco o incoherentes) o es igual o muy similar a los textos u afirmaciones de las preguntas (copiar y pegar), no tienen explicación causal por lo tanto no producen hipótesis o conclusiones sobre la situación planteada. Este tipo de argumento tampoco incluye justificación, conocimientos básicos.
2	4-7	Genera argumentos en los que se encuentran una o más ideas u explicaciones causales, las cuales son apoyadas en pruebas (hechos, observaciones, experimentos) o datos hipotéticos (suministrados) u empíricos (recuperados o movilizados) de forma mínima o descontextualizada al cuestionamiento. Por lo tanto este tipo de argumento no proporciona justificación, de igual forma no se evidencian conocimientos básicos.
3	8-11	Muestra argumentos en los que se encuentran una o más premisas

u explicaciones de causa (hipótesis o conclusiones) con razones fundamentadas en pruebas (hechos, observaciones, experimentos) o datos (suministrados) o empíricos (recuperados o movilizados). Este tipo de argumento no incluye conocimientos básicos con los cuales se sustente los argumentos.

4	12-16	Presenta argumentos en el que se encuentran una o más explicaciones causales (hipótesis o conclusiones) con justificación(es), sustentadas en pruebas (hechos, observaciones, experimentos) o datos hipotéticos (suministrados) u empíricos (recuperados o movilizados), además de conocimientos básicos que sustentan los argumentos.
---	-------	--

Nota. Niveles de argumentación según Jiménez (2010). Fuente Rojas (2016)

Para finalizar este apartado, se realizó una interpretación de las respuestas brindadas por los estudiantes en las fichas de la secuencia didáctica con el fin de detectar si este instrumento y el prototipo living machine influyen en el desarrollo en las competencias en ciencias naturales (desde el eje temático cadenas tróficas y pirámides alimenticias) y si se generó o no una sensibilidad frente al ambiente. Además, esto permite concluir frente a las experiencias significativas de aula que dieron lugar durante la intervención y sobre las prácticas reflexivas que el docente generó en su propio proceso educativo.

3. Resultados y Discusión de resultados

En este capítulo se hace referencia a los resultados obtenidos por los estudiantes de grado séptimo de la I.E Ciudadela del Sur de la ciudad de Armenia, después de la intervención que se ha descrito con anterioridad y un análisis de los mismos con el fin de validar las capacidades argumentativas desarrolladas. Para ello se describen los siguientes apartes:

- En primera instancia, se consideran los resultados y la discusión estadística del Pre-test como insumo indispensable con el que se determinan las capacidades argumentativas iniciales y pre-saberes sobre redes tróficas, con la que se adaptó una secuencia didáctica para fortalecerlas, además un análisis del test de tri-inteligencias de Waldemar De Gregori (ver Anexo 2) utilizado como insumo para distribuir los grupos de trabajo. Adicionalmente se aplicó un método estadístico, como lo es el análisis Alpha de Cronbach (Arias, Garcia & Morales; 2017, p.107), con el fin de determinar la fidelidad de los datos respecto a las opciones de respuesta obtenidos en la intervención. Este Pre-test se aplicó a 37 estudiantes del grado 7.1, el día 27 del mes de abril del año 2017, a las 8:00 am y con duración de 1 hora mediante la herramienta digital Google Form®.

- En segunda instancia, se aplicó la secuencia didáctica en torno a la living machine, a lo largo de 3 meses (Julio, Agosto y Septiembre de 2017) con una duración de 11 semanas, con 44 horas de intervención.

- En tercera instancia, se presentan los resultados y la discusión estadística del Pos-test, en el cual participaron 37 estudiantes el 22 de Septiembre de 2017 durante 1 hora mediante la

herramienta digital Google Form®. En el mismo sentido, se realizó un análisis del Pre-test y Pos-test para determinar el alcance de la secuencia didáctica para desarrollar la capacidad argumentativa de los estudiantes del grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur, donde únicamente se tuvo en cuenta 35 resultados debido a la fluctuación de estudiantes en el grado en mención. Con estos se pudo evidenciar el fortalecimiento en los niveles de argumentación después de la intervención.

3.1. Resultados y Análisis del Pre-test

En un principio se consolidaron los datos de los estudiantes, como nombre, grado, edad y sexo, junto a su desempeño obtenido en las 4 preguntas estandarizadas en pruebas SABER y PISA 2016. Además se analizaron los aspectos correspondientes para argumentar en tres opciones de respuesta abierta para cada pregunta (ver Anexo 1).

Posteriormente se hizo la sumatoria de los resultados, con los cuales se pudo valorar el nivel argumentativo inicial, con lo cual se asignó un nivel de argumentación (ver Tabla 3).

Los resultados del análisis cuantitativo descriptivo para el Pre-test del grado 7.1 que comprendían 35 estudiantes, se presentan en la Figura 5. Estos incluyen la puntuación obtenida por cada estudiante en el cuestionario inicial.

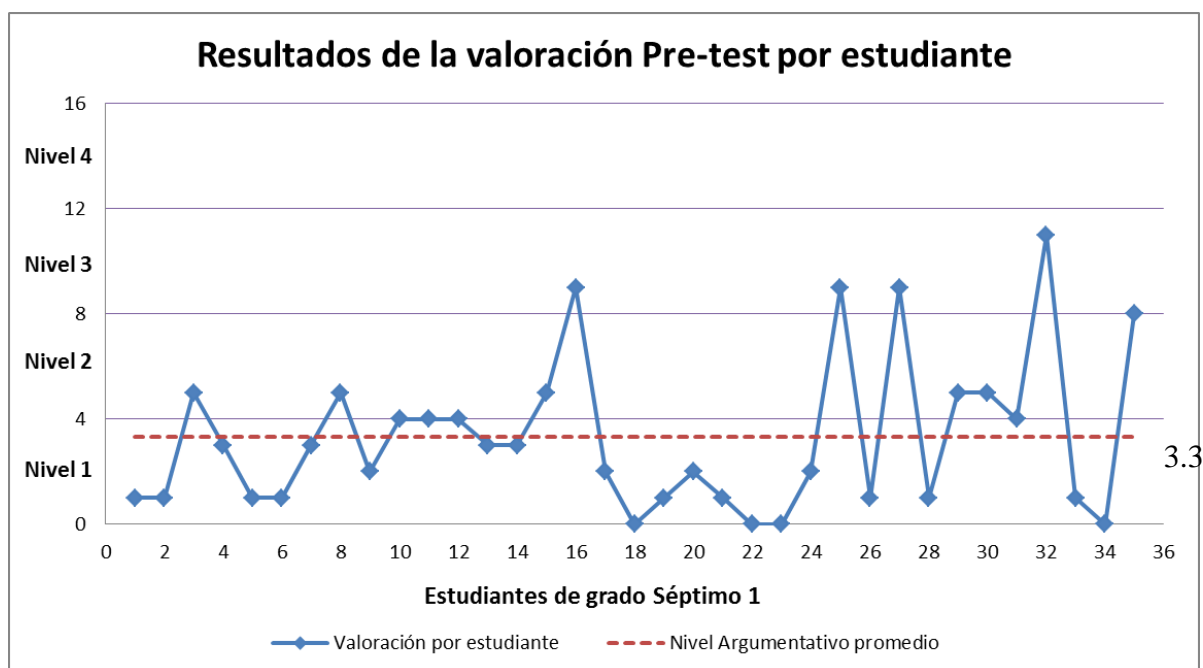


Figura 5. Valoración de los niveles de argumentación según pre-test aplicado a estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia

Al analizar la Figura anterior podemos encontrar que 14 estudiantes, es decir un 40%, registran un nivel argumentativo superior al promedio registrado en el grupo (3.3), por ende el 60%, es decir, 21 estudiantes están situados en la zona inferior indicada por el mismo promedio. De igual forma se indica que los datos no tienen una dispersión muy marcada respecto al promedio, esto se refleja en la desviación estándar que se sitúa en 2.9 (ver Anexo 5), mostrando que el nivel argumentativo inicial en el grado 7.1 es similar en todos sus integrantes, con algunas

excepciones. La puntuación más elevada en este test se valoró en 11, obteniendo un nivel argumentativo igual a 3 (Tabla 3), en contraste la puntuación más baja registró 0 para 4 estudiantes, indicando un nivel argumentativo igual a 1. Se muestra que el 87.5% (30 estudiantes) se ubican en los niveles 1 y 2 de argumentación, corroborando la información de la media (3.3) que se ubica, según la Tabla 3, en el rango superior del nivel argumentativo 1, que comprende la valoración a puntajes inferiores a 4, a su vez se evidenció que la mayoría de los estudiantes que estuvieron por encima del promedio (9 de 14) se sitúan muy cerca de la línea media, por lo cual se disponen en el rango inferior del nivel argumentativo 2, sugiriendo que la gran mayoría de los educandos del grado 7.1 se encontraron o se acercan al nivel argumentativo más bajo.

Al someter los resultados obtenidos en el pre-test a los criterios para valorar la argumentación (Tabla 3) y la rejilla para evaluar dicho cuestionario (ver Anexo 5), se determinó que la totalidad de los estudiantes valorados se ubicaron en los tres primeros niveles de argumentación, lo cual se resume en el desempeño general para cada nivel de argumentación en los argumentos suministrados en el pre-test, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

Número de estudiantes por nivel de argumentación en el pre-test

Nivel	Cantidad estudiantes	Porcentaje	Capacidad Argumentativa de los evaluados
1	21	60,0 %	En este nivel no se logra evidenciar los componentes de la argumentación (conclusión, datos, justificación y conocimiento básico). Las opciones de justificación se encontraron en blanco, con frases (o caracteres) incoherentes para el contexto, parafraseados de las opciones de respuesta o copiadas y pegadas del texto de la pregunta o las afirmaciones.
2	9	25,7 %	Para este nivel, los estudiantes evidencian conclusiones básicas, las cuales son formuladas con dificultad mediante explicaciones causales o ideas que son escasamente apoyadas en datos y con poca coherencia respecto a la afirmación seleccionada en el test por lo que no se consideran opciones de justificación. Se manifiestan términos propios del concepto pero desligado del contexto de la pregunta o la afirmación, por lo tanto no existe un dominio del eje temático, comprensión del tema o conocimiento básicos.
3	5	14,3 %	En este nivel los estudiantes proponen justificaciones construidas a partir de conclusiones apoyadas en pruebas encontradas en la estructura del test, con poca profundidad o afinidad a las afirmaciones seleccionadas, Se encuentran ideas y conceptos que se enmarcan únicamente en el contenido de la pregunta y sus afirmaciones de respuesta, por lo cual no se tiene una comprensión amplia o general del tema y no se configuran como conocimientos básicos.
4	0	0,0 %	No se presentan elementos de la argumentación

(conclusión, datos, justificación y conocimiento básico) en las respuestas de los estudiantes que les permitan alcanzar este nivel.

Nota. Distribución de los estudiantes del grado Séptimo uno por niveles de argumentación de acuerdo con su capacidad argumentativa en el pre-test (ver Anexo 5). Fuente: Rojas, W. (2016, p.57)

La Tabla 4, al igual que la Figura 6, evidencian que la mayoría de los estudiantes (60%) presentaron dificultades para generar premisas simples o al menos coherentes (simplemente no responden) frente a las razones que lo llevaron a seleccionar una afirmación que daba respuesta a la problemática planteada en las preguntas del test, lo que demuestra una falencia en los componentes de la argumentación (Jiménez A., 2010) y por lo tanto se ubica, según la Tabla 3, en el nivel número 1. De igual forma se estipula que un 25,7% de los estudiantes presentaron conclusiones que denotaron poca coherencia y sustento en datos para constituir una justificación adecuada, además se encuentran ausentes conceptos referentes a la temática, lo cual los ubica en el nivel argumentativo número 2. En el mismo sentido un 14,3% de los estudiantes apoyaron sus conclusiones en pruebas con poca rigurosidad para formar justificaciones utilizando únicamente los datos suministrados en la estructura del pre-test, lo cual hace entender que no hay un dominio de los conocimientos básicos y no poseen comprensión del eje temático y por lo tanto se ubican en el nivel número 3. Por último, ningún estudiante logra alcanzar el componente de conocimiento básico al formular premisas sustentadas en saberes movilizados que no se enmarcan en la estructura del pre-test, lo que conlleva a ubicarse en el nivel argumentativo número 4.

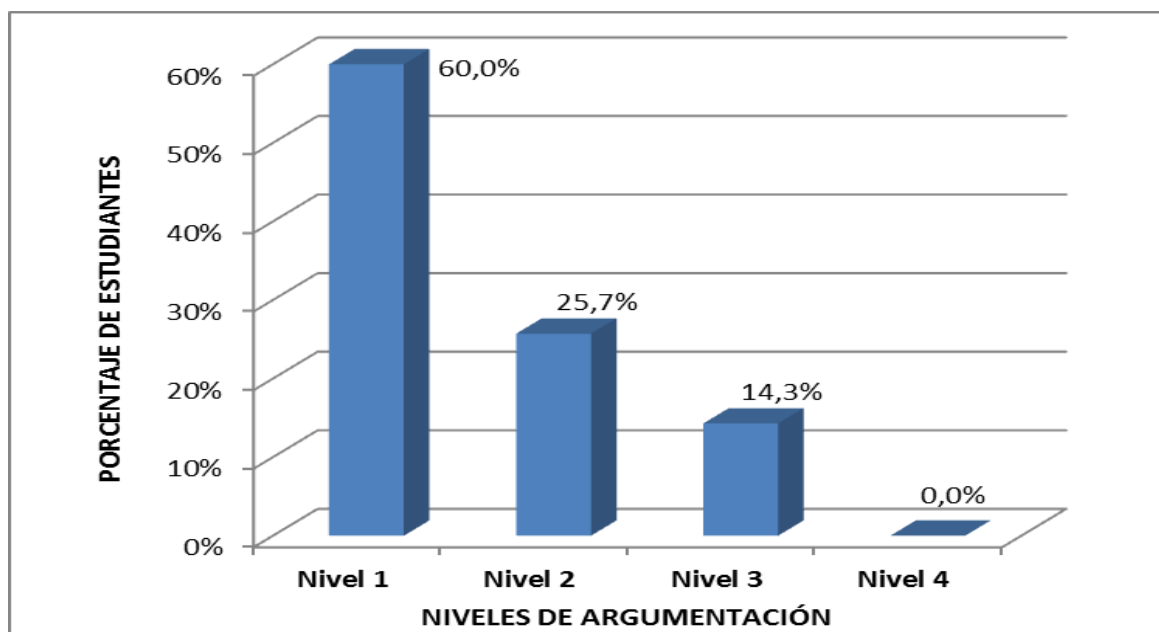


Figura 6. Nivel de argumentación logrado por los estudiantes de grado 7.1 al inicio de la intervención

Los resultados observados en el pre-test guardan una relación estrecha frente a los desempeños en las pruebas Saber (2016) en ciencias naturales para grado noveno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur (Figura 3) donde se evidencia que un 81,5% de los estudiantes se ubican en los rangos insuficiente y mínimo, los cuales evidencian un desempeño

bajo (ICFES & MEN, 2017), en concordancia con los resultado del pre-test (Figura 6) donde se evidencia que un 85,7 % tienen nivel de argumentación bajo (Niveles 1 y 2). De igual forma los resultados de las pruebas PISA (2015) (Figura 1) incluyen la mayoría de los estudiantes colombianos en los niveles más bajos de desempeño en esta evaluación internacional (ICFES & MEN, 2017).

Los resultados del pre-test en el presente estudio (Tabla 4) donde se muestra que los niveles argumentativos 1 y 2 incluyen a la mayoría de los evaluados, son afines a los expuestos por Rojas, W. (2016) en los cuales el 90,5% de los estudiantes que participaron de una investigación similar en la Institución Educativa Instituto Kennedy de Pereira, fueron valorados por un cuestionario inicial, denotando capacidades argumentativas bajas (niveles 1 y 2). De la misma manera, en la investigación realizada por Cardona, L.M.; Fonnegra, J.M. & Osorio, O. (2012) se han informado resultados similares a los encontrados en este estudio en cuanto a la valoración del pre-test.

En la misma línea, el pre-test realizado en este estudio muestra similitud a los desempeños obtenidos por los estudiantes de grado Noveno de la institución en las pruebas Saber (2016) de ciencias naturales (Figura 3) donde se evidencia que un 15,2% de los estudiantes se ubican en Satisfactorio y solo un 3,2% en el rango avanzado (ICFES & MEN, 2017), en relación con los resultados del pre-test (Figura 6) donde se encuentra un 14,3 % en nivel de argumentación 3 y 0% en nivel argumentativo 4 que, según la (Tabla 3), son los niveles que indican un desempeño superior en la argumentación. En el mismo sentido, los resultados de las pruebas PISA (2015) (Figura 1) muestran una minoría de los estudiantes colombianos en los niveles de desempeño más altos (ICFES & MEN, 2017).

De igual manera, los resultados del pre-test en el presente estudio (Tabla 4) donde se corrobora que una minoría de los estudiantes se ubican en los niveles argumentativos 3 y 4, son correspondientes a los expuestos por Rojas, W. (2016) en los cuales el 9.5% de los estudiantes que participaron de una investigación encaminada a determinar el nivel argumentativo para grado octavo en la Institución Educativa Instituto Kennedy de Pereira, fueron valorados por un cuestionario inicial, denotando capacidades argumentativas superiores (niveles 3 y 4). De la misma manera, en la investigación realizada por Cardona, L.M.; Fonnegra, J.M. & Osorio, O. (2012) se han informado resultados similares a los encontrados en este estudio cuanto a la valoración del pre-test.

Referente a las competencias en ciencias naturales y educación ambiental que los educandos dominaban en un momento inicial, entendidas desde el eje temático y como se muestra en la (Figura 7), se comprobó que los estudiantes tenían falencias en relación al flujo de energía que circula en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro.1) ya que solo se evidenció un 29% de respuestas correctas frente a los organismos que deben estar en mayor cantidad en las redes tróficas y pirámides ecológicas para garantizar que la energía circule por todo el ecosistema y mostrando un bajo desempeño en las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias por parte de los estudiantes, ya que no “comparaban mecanismos de obtención de energía en los seres vivos” (MEN, 2005, p.136).

En relación a las nociones frente a la estructura en forma de red que caracteriza las relaciones tróficas en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro.2), se obtuvo un desempeño óptimo, únicamente, del 37% por parte de los educandos que mostraron dominio conceptual, al detectar cuales organismos posean más fuentes de alimentación directa; en mismo sentido, solo hubo un 20% de acierto por parte de los estudiantes que lograron identificar los posibles efectos de la alteración ambiental al extinguirse determinada especie en dichas redes tróficas (ver Anexo 1 – Pregunta nro.3), lo que sugiere que las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias no estaban desarrolladas, ya que tenían dificultades para “identificar condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables)” (MEN, 2005, p.136).

Por último, se obtuvo un 69% de respuestas incorrectas referente al equilibrio ecosistémico, ya que los estudiantes no relacionaban los efectos que traen consigo la intervención humana, como la introducción de especies foráneas en los hábitats en equilibrio (ver Anexo 1 – Pregunta nro.4), lo que demostró poco o nulo dominio en las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias en los estudiantes, ya que la mayoría no caracterizaban ecosistemas y tampoco analizaban el equilibrio dinámico entre sus poblaciones (MEN, 2005, p.136).

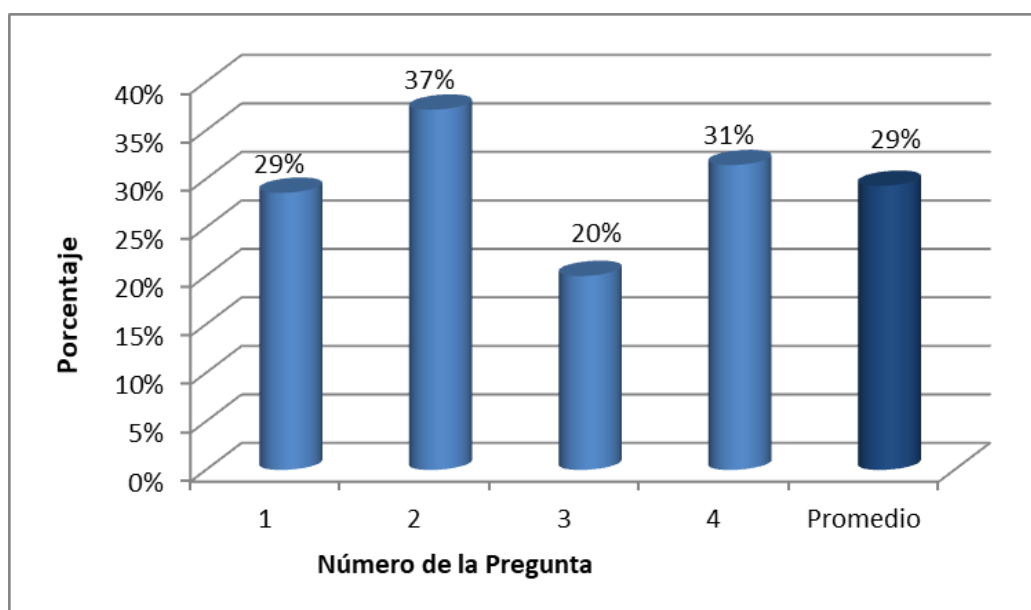


Figura 7. Porcentaje de acierto en las preguntas de opción múltiple con única respuesta en el pre-test, por parte de los estudiantes de grado 7.1.

Al considerar la información anterior, se ratificó el bajo desempeño promedio (29%) referente a los conceptos de redes tróficas y pirámides ecológicas mostrado, en el momento anterior a la aplicación de la secuencia didáctica, por los estudiantes de grado 7.1. De igual manera, se evidenció el poco desarrollo de las competencias en ciencias naturales y educación ambiental, en el marco de los Estándares Básicos de Competencias al entender que, en este primer momento, el desempeño promedio de error en las respuestas (71%) indica que en gran medida no se “identifican condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005, p.136). En el mismo sentido, estos resultados muestran desempeños significativamente bajos en comparación con lo expuesto por González et al. (2013) en una

investigación similar, donde se evidenció un 43% de acierto en las preguntas del cuestionario inicial por parte de los estudiantes de sexto grado del colegio Gimnasio la Montaña de Bogotá, lo cual sugirió que estos presentaban dificultades en cuanto al manejo de problemáticas ambientales.

Por otra parte, se analizaron los resultados obtenidos en el Test revelador de Tri-inteligencia (ver Anexo 2) propuesto por Waldemar De Gregori (1999) donde se determinó la porción cerebral dominante para cada estudiante que presentó el pre-test. Esta valoración se resume a continuación.

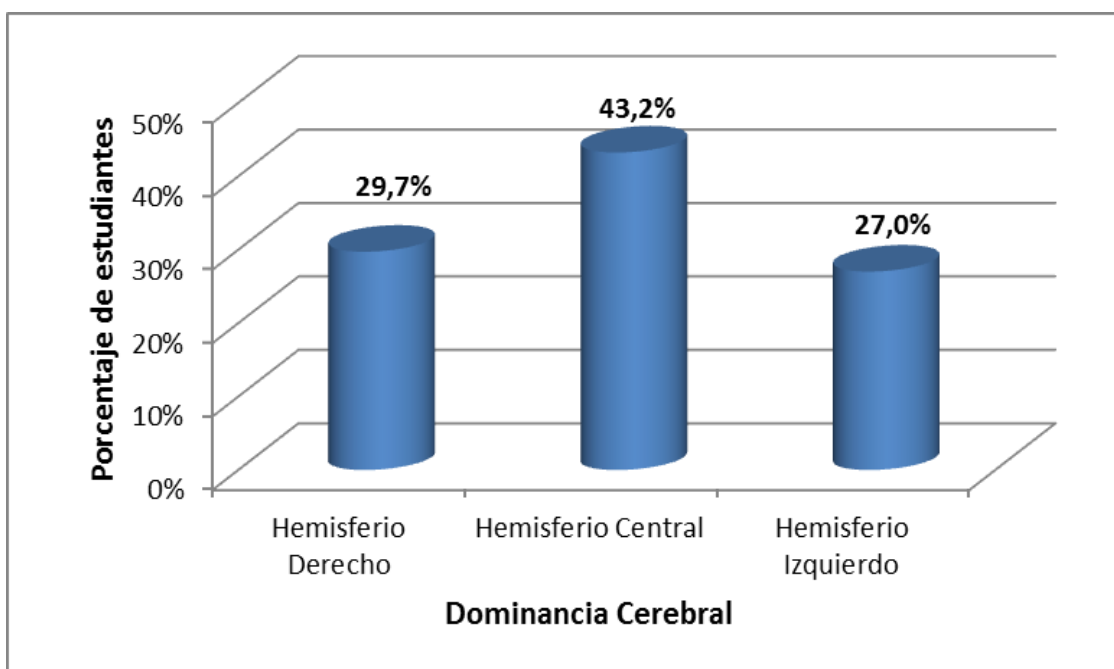


Figura 8. Resultados del Test Revelador de Tri-inteligencias para los estudiantes de grado 7.1 (Waldemar De Gregori, 1999)

Los resultados obtenidos (Figura 8) muestran que un 43,2% de los estudiantes poseen dominancia cerebral central (ver Anexo 2) que indica habilidades para aprender escuchando y liderar procesos, es un ser concreto, administra bien los recursos, emprendedor, agresivo para la convivencia, quiere tomar siempre decisiones y mandar por lo tanto requieren que les asignen funciones de liderazgo y compromiso que le dificulta trabajar con individuos de su misma dominancia cerebral. Entre tanto, un 29,7% de los estudiantes posee dominancia cerebral derecha (ver Anexo 2) que refleja sensibilidad, individuo artístico, creativo e intuitivo, realiza sus procesos de aprendizaje mediante el quehacer, le gusta el trabajo en equipo y requieren “conectarse” emocionalmente con los ejes temáticos. Por último, se registra un 27% de los estudiantes con dominancia cerebral izquierda (ver Anexo 2) que se fundamentan en la teoría, educando que aprende viendo del tablero, es organizado, sistemático, algorítmico, investigador, terco, generalmente cree tener la razón, tiene facilidad de hablar en público, tiene facilidad con los números, lógico, racional, crítico e individualista, por lo cual requieren instrucciones claras y precisas para realizar actividades de cualquier índole.

A partir del análisis del Test Revelador de Tri-inteligencias (ver Anexo 5) y la tipología de cada dominancia cerebral (ver Anexo 2), se realizó una división de los 6 equipos de trabajo, tal como quedó consignado en el Anexo 5, garantizando una heterogeneidad en la distribución de cada estudiante para conformar grupos diversos en los cuales los educandos puedan desarrollar sus capacidades y potencialidades de forma espontánea y reducir las limitaciones generadas por la interacción social (Arias, A.; Quintero, E. & Sandoval J.; 2009).

De acuerdo con lo expuesto en este análisis, se determinó que las capacidades argumentativas iniciales en los estudiantes del grado séptimo 1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur de Armenia se enmarcan en su mayoría en un nivel bajo, donde no se evidencian con claridad los componentes de la argumentación (conclusión, pruebas, justificación y conocimiento básico), no se estructura correctamente los enunciados y sus conocimientos previos del tema son limitados (Jiménez, 2010). Además se evidenció el bajo desarrollo inicial en las competencias en ciencias naturales y educación ambiental, en el marco de los Estándares Básicos de Competencia, frente al concepto de redes tróficas y pirámides ecológicas. Desde estos hallazgos se diseñó una secuencia didáctica de trabajo colaborativo, basada en la living machine como prototipo activo en el aula, para fomentar las capacidades argumentativas con un eje temático correspondiente a las redes tróficas y pirámides ecológicas en los ecosistemas, para desarrollar competencias en ciencias naturales y educación ambiental, como se muestra el siguiente apartado.

3.2. Análisis de la Secuencia Didáctica

La intervención didáctica sobre las redes tróficas se elaboró teniendo como principal insumo para el trabajo en el aula la living machine, en la cual los educandos vieron reflejados varios conceptos científicos y ambientales de forma vivencial, al tiempo que su capacidad argumentativa se movilizaba al sustentar conclusiones en las observaciones motivadas por trabajo activo en el prototipo.

Los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa Ciudadela del Sur mostraron mayor compromiso y seguridad al trabajar con una herramienta viva como laboratorio de aula para la asimilación de conceptos frente a las redes tróficas (ver Anexo 3 y 6). En el transcurso de la intervención, los estudiantes generaban preguntas relacionadas principalmente con el funcionamiento, los factores bióticos y abióticos y las posibles configuraciones que el sistema podría tener, evidenciando una motivación hacia el quehacer en el aula, lo cual fomenta la apropiación de conceptos y competencias (Herrera, M.C., 1993). La implementación de una secuencia didáctica que giraba en torno a un laboratorio ecosistémico para 4 secciones de trabajo (Tabla 1 y 5), reflejó beneficios como estrategia pedagógica en términos de motivación, asimilación, apropiación (Jiménez, 2010) y transposición didáctica (Tamayo et al., 2014) frente al eje temático denominado cadenas tróficas (Figuras 9 y 10), como también inculcó en los estudiantes un sentido de pertenencia y sensibilidad ambiental respecto a los efectos contaminantes que están presentes en el departamento de Quindío. (Figuras 11, 12 y 13).

La living machine se convirtió en “una herramienta poderosa para el aprendizaje basado en estándares” (Ocean Arks International, 1999; p.3) en el sentido que los estudiantes denotaron una apropiación tanto de los conceptos trabajados respecto a las redes tróficas, como también de la adquisición de una sensibilidad ambiental demostrando posición crítica frente a los efectos del

daño ecosistémico experimentado en las “Mini-living”, lo cual fomentó la producción de argumentos guiados desde sus sentimientos y motivaciones (Jiménez, 2010), como se resalta en las Figuras 9 a la 13.

Tabla 5.


Descripción de las sesiones de la secuencia didáctica

Sesión	Descripción General
1	<p>En la primera sesión se abordó la observación y exploración de conceptos referente a la living machine frente al eje temático denominado redes tróficas y pirámides ecológicas. Se motivó mediante la pregunta guía ¿cómo fluye la energía en un ecosistema? y donde se tenía como objetivo comprender la forma en que los seres vivos obtienen la energía necesaria para subsistir en un ecosistema acuático. Para medir el desempeño en esta sesión se propuso que los educandos demostrasen conocimiento previo sobre redes tróficas, llevaran un registro sus observaciones e ideas frente al prototipo Living Machine y la Producción razones básicas frente a los cuestionamientos propuestos en clase. Para esto en un primer momento se dio a conocer el prototipo “Living Machine” a los estudiantes mientras confronta sus conceptos previos frente a las redes tróficas y luego se realizó una Introducción al concepto formal de redes tróficas y living machine</p>
2	<p>En la segunda sesión se abordó la construcción de las Mini-living basados en las observaciones anteriores. Se motivó la labor mediante la pregunta guía ¿cómo se forman las redes tróficas? y donde se tenía como objetivo evidenciar la importancia de cada uno de los nodos (eslabones) y componentes en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos. Para medir el desempeño en esta sesión se propuso que los educandos entendieran la función de cada población en las redes tróficas para elaborar un prototipo Living Machine en pequeña escala, mientras proporcionaban justificaciones frente a la construcción del prototipo. Para esto en un primer momento se realizó la construcción de prototipos de la “living machine” a pequeña escala y la inoculación mediante la toma de muestras de la living machine para generar una apropiación de conceptos básicos de las redes tróficas y argumentación.</p>
3	<p>La tercera sesión giro entorno al mantenimiento de las Mini-living. Se dirigió la labor mediante la pregunta guía ¿qué requieren las redes tróficas para subsistir? y donde se tenía como objetivo entender el ciclo de energía que existe en los ecosistemas Acuáticos representados en pirámides tróficas y los niveles de organización. Para medir el desempeño en esta sesión se propuso que los educandos comprendieran la manera en que la energía pasa de un organismo a otro, al tiempo que realizaba el mantenimiento y las observaciones de la “Mini-living” para luego producir argumentos y dominio en el concepto de cadenas tróficas. Para esto en un primer momento se entregaron conceptos teóricos frente a los flujos de energía y pirámides energéticas en los ecosistemas para generar procesos argumentativos frente los procesos de transito de energía por las mini-livings.</p>
4	<p>En la última sesión se trabajó la afectación de las Mini-livings. Se motivó la labor mediante la pregunta guía ¿los humanos afectamos las redes tróficas? y donde se tenía como objetivo evidencia las alteraciones en los ecosistemas acuáticos generadas por la intervención del ser humano. Para medir el desempeño en esta sesión se propuso que los educandos comprendieran la importancia de la conservación de los ecosistemas</p>


acuáticos al genera pulsos de contaminación y la descripción de las consecuencias de los mismos en las “Mini-livings”, para motivar la producción de argumentos y sensibilidad frente a las alteraciones ambientales. Para esto en un primer momento se experimentó en las “Mini-livings” con casos contextualizados de alteración de ecosistemas acuáticos, para luego argumentar la posición que se adoptó frente al deterioro de los ecosistemas.

Nota. Descripción general de las secuencias didácticas basada en el prototipo living machine aplicada a los estudiantes de grado 7.1 de la institución Educativa Ciudadela del Sur

Algas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA DEL SUR
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
GRADO SEPTIMO - SEGUNDO PERIODO



Ficha Nro. 3
(4 horas de clase)

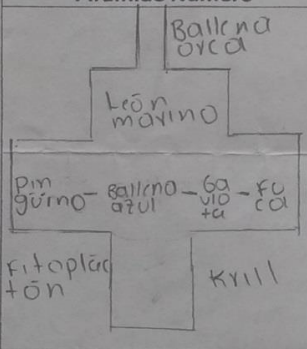
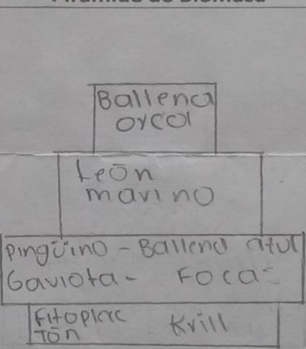
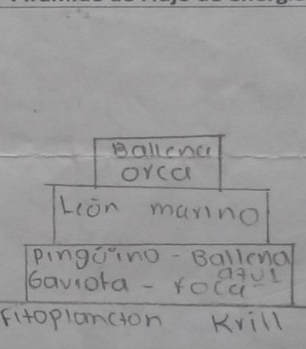
Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: _____ Logística: _____
 Secretario 1: _____ Secretario 2: _____
 Expositor 1: _____ Expositor 2: _____

Por favor, preste atención a la instrucción del profesor, mientras estudia la **Guía Conceptual Nro. 3** referente a las Pirámides ecológicas de los ecosistemas.

Ahora, por grupo de trabajo seguimos el siguiente procedimiento:

- 1) En encargado de logística recoge los materiales y los distribuye en el grupo.
- 2) En el medio pliego de papel bond un secretario dibuja, con ayuda de los demás integrantes, la red trófica que le correspondió al grupo. (Especifique quienes son Productores, consumidores primarios, secundarios, terciarios y descomponedores)
- 5) Al finalizar la red trófica y cada uno de sus nodos, el grupo discute y cada integrante dibuja en el siguiente cuadro las tres pirámides ecológicas que creen pertinentes, apóyense en la guía conceptual.

Pirámide Número	Pirámide de Biomasa	Pirámide de Flujo de energía
		

El otro secretario consigna estas tres pirámides en el cuaderno de campo.
 Cuando ya hayan sido corregidas, los demás integrantes utilizan el medio pliego de papel bond restante para dibujar las tres pirámides.

6) Por último, los dos expositores y su grupo explican a los demás compañeros del aula su cadena trófica y las pirámides que le corresponden. Cada grupo cuenta con 5 minutos para exponer y debe explicar con claridad y suficiencia la red que les ha correspondido.

Ecosistema polo sur

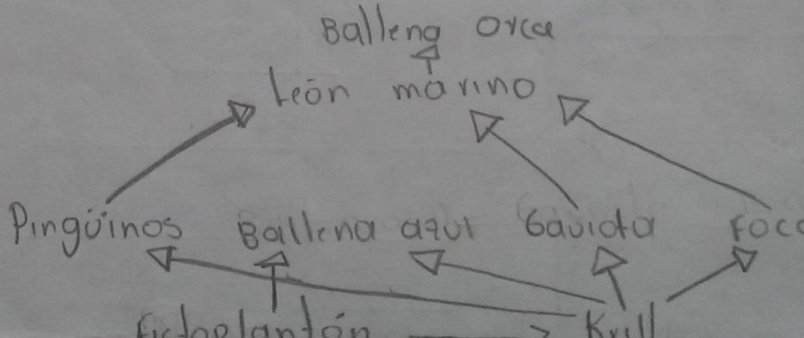




Figura 9. Apropriación de Conceptos evidenciada por el estudiante nro. 15 en la Ficha nro. 3, Página 1/2



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA DEL SUR
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
GRADO SEPTIMO - SEGUNDO PERIODO



Ahora aprenderemos a mantener en funcionamiento nuestras mini livings:

LLUVIA DE IDEAS:
Para esta actividad, el grupo discute en 5 min los posibles requerimientos que necesitan nuestros prototipos para seguir funcionando.
Deben intuir 5 requerimientos que necesitan las "Minilivings" para seguir operando.
El secretario copia las ideas en el cuaderno de campo
Los expositores comentan las respuestas y se produce un listado grupal de los requerimientos para que los prototipos perduren.
Adicionalmente cada grupo realiza un cronograma con los responsables de la alimentación semana tras semana a cargo del coordinador y el grupo en general debe diligenciar el Cuadro de Registro en cada visita.

Para finalizar, Realizaremos las pirámides ecológicas de nuestros prototipos, teniendo en cuenta que no todos los organismos de la Maquina Viva se encuentran en las "Minilivings".
Para ello utilicen un cuadro similar al anterior.
Luego, con las fichas de los organismos hechas en la Sesión 1, cada grupo pasa al frente y ubica los organismos en la pirámide que el profesor dibujo en el tablero previamente.
El secretario número 2 copia en el cuaderno de campo la pirámide a la que se llegó al consenso.
Nota: Todos los integrantes del grupo deben prepararse para argumentar la posición de cada organismo.

En tu cuaderno responde esta pregunta:
Principalmente requieren energía, lo cual proviene del sol, mayoritariamente de los fotosíntesis, aunque también puede provenir de aguas termales.

¿Qué requieren las redes tróficas para subsistir?

Pues algunos requerimientos que pueden necesitar nuestros prototipos son: la cascara de maracuya, la cascara de mandarina, el abono, el plátano, también podemos decir que la harina en los hoyos es decir en la parte del sustrato donde esta la raíz de la planta hecharle y eso vendría siendo el abono para fertilizar, granular sobre la tierra para que el crecimiento de la planta funcione

Pirámide de número	Pirámide de Biomasa	Pirámide de flujo de energía
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80px;">Rana</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 120px;">Gupis</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 200px;">caracoles, Renacuajos Limpiadores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 150px;">Bunchón de agua Pasto húmedal algas</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80px;">Rana</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 120px;">Gupis</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 200px;">caracoles, Gupis, Renacuajos Limpiadores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 150px;">Bunchón de agua Pasto húmedal algas</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80px;">Rana</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 120px;">Gupis</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 200px;">caracoles, gupis renacuajos Limpiadores</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 150px;">Bunchón de agua Pasto húmedal algas</div>

Figura 10. Apropriación de Conceptos evidenciada por el estudiante nro. 15 en la Ficha nro. 3, Página 2/2

Referente al dominio de conceptos evidenciado por los educandos en el transcurso de la secuencia, al relacionar aspectos sobre las pirámides ecológicas por parte del estudiante nro. 15 en la ficha nro. 3, se evidenció que pudo adaptar las pirámides ecológicas al caso puntual del grupo de trabajo basado en el ecosistema del Polo Sur (Figura 9). Para lograr esto, en primera medida, demostró conocimiento movilizado de las Fichas 1 y 2 (ver Anexo 3 y 4) frente a la construcción de redes tróficas, los niveles tróficos, el concepto de nodos y eslabones, luego utilizó la información suministrada en la Guía Conceptual nro. 3 (ver Anexo 4) para construir de manera apropiada las tres pirámides ecológicas a las cuales se hicieron referencia, identificando sus variaciones según la tipología en la cual se fundamenta cada una de ellas. Posteriormente, se verificó el dominio del eje temático y la adquisición de competencias científico- naturales (MEN, 2005) al llevar el concepto de pirámides ecológicas al prototipo denominado “Mini-livings” (Ver Tabla 5). Donde se pudo constatar la correcta ubicación de los niveles tróficos y la inclusión de los factores bióticos y abióticos en ella. (Figura 10). De esta forma se comprobó que trabajar con la living machine y con sus prototipos modelados por los estudiantes, generó una apropiación conceptual mayor que la adquirida mediante la explicación teórica tradicional Adúriz-Bravo, et al (2009), fundamentada en la transmisión de saberes de forma plana y secuencial (Gutiérrez & Zapata, 2009).

GUPPVS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA DEL SUR
 CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
 GRADO SEPTIMO - SEGUNDO PERIODO

Ficha Nro. 4
(6 horas de clase)

Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: [REDACTED] **Logística:** [REDACTED]
Secretario 1: [REDACTED] **Secretario 2:** [REDACTED]
Expositor 1: [REDACTED] **Expositor 2:** [REDACTED]

Observa, el siguiente video del Profesor Súper O:
<https://www.youtube.com/watch?v=OmV913CR3Sc>

Ahora, por favor propón 5 aspectos que te llamaron la atención del video y otros 5 con las que no y cópialas en el cuaderno de ciencias naturales.
 Discutimos en el salón los aspectos, llegamos a consenso que entre los participantes y el secretario copia los argumentos más sobresalientes en el cuaderno de Campo

Entonces, ¿qué efectos tienen estos contaminantes en nuestros ecosistemas acuáticos?:

Para responder esta pregunta vamos a experimentar con las "Minilivings".

1. Vamos a observar los siguientes videos de casos que han ocurrido u ocurren en Colombia y que generan contaminación en nuestros afluentes (Para ello cada grupo se ubica en un computador y observa el video que le correspondio):

Caso 1: Minería en Colombia <https://www.youtube.com/watch?v=gLC7FCY7lqk>
 Caso 2: Ahorro de agua <https://www.youtube.com/watch?v=ILnuIdRY0ZM>
 Caso 3: Contaminación del Café https://www.youtube.com/watch?v=R_LVE4gg3rw
 Caso 4: Derrame de hidrocarburos <https://www.youtube.com/watch?v=ckAPAEIbzmC>
 Caso 5: Residuo de tu cocina <https://www.youtube.com/watch?v=ZRr8Ghc1pic>
 Caso 6: Vertimientos de industrias <https://www.youtube.com/watch?v=JVpDfVpXAA0>

Repite el video cuantas veces necesiten

2. Ahora respondan:

Enuncia el/los contaminante(s) que pudiste apreciar en el video:
los lixidos de café, contaminación hídrica con mucilago de café y pulpa.
 ¿Quiénes los están generando?:
los productores de café que desechaban la pulpa del café.

Figura 11. Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 1/3.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA DEL SUR
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
GRADO SEPTIMO - SEGUNDO PERIODO



¿Qué sentimiento te genera el video que acabas de ver? ¿Por qué?:

Me genera decepción, tristeza y intolerancia por que no somos capaces de cuidar y apreciar lo más lindo de nuestro mundo que es la naturaleza. Además de esto no buscamos maneras de solucionar estas contaminaciones sino, que la seguimos avanzando y no son capaces de generar un proceso en una fábrica sin tener que afectar a nuestro medio ambiente.

¿Qué efectos crees que tienen estos contaminantes en los ecosistemas acuáticos?:

Que contaminaría el agua y si esto llegara a pasar podría ocasionar muertes de los organismos e puede llegar a desasar las plantas y descomponer todos los niveles tróficos y se queda el negroamiento de las aguas y no habría un funcionamiento con gran reproducción.

Escribe 3 formas de ayudar a reducir el problema y explica porque razón serviría cada una de ellas:

a. Que los de las fábricas utilicen otro método para hacer procesos de limpieza entre otras cosas así serviría para acabar con las contaminaciones y habría un ecosistema más descontaminado y menos afectados por las fábricas.

b. Que utilizaran menos químicos para hacer acabar contaminando el ambiente y lo que lo rodea, sin acabar con las aguas y tener una nueva forma de adaptación y habitar corregida.

c. La Descontaminación de las aguas así no tendría por que crecer o descomponer más organismos o poner a las personas como medio de desforestación sino como medio de protección y cuidado.

A continuación, procedemos a contaminar nuestras "minilivings" con las sustancias descritas en los casos vistos.

Primero vamos a escuchar atentos las indicaciones de seguridad del profesor


Importante: Por su seguridad, el profesor determinará las cantidades y realizará el Proceso de inoculación de los artefactos

Diligenciamos los cuadros de registros frente a la alteración y comenzamos hacer observaciones cada día de los efectos que se producen.


En próxima sesión responderemos algunas preguntas.

.....

Figura 12. Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 2/3.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA DEL SUR
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
GRADO SEPTIMO - SEGUNDO PERIODO



4. Después de llevar el registro de sucesos de la "miniliving", responde:

A grandes rasgos, describe como está tu prototipo:

Esta el agua entre los ratos se están muriendo, su olor es muy intenso como si estuvieran podrido o residuos de una crebunda comulgada, las maniqueras y los botes están llenándose de musgo y los contaminantes del agua ya afectan todas las plantas.

Ahora, ¿Cómo te sientes frente a la contaminación que afecta tu prototipo? ¿Por qué?

Tuiste por que estamos observando como para arriba se está contaminando nuestros "Miniliving" y muriendo los organismos y saber que esto está pasando en nuestro medio ambiente por culpa de nosotros no sabían tener en cuenta el daño que hacen.

¿Cuál es el efecto más incómodo que puedes observar? ¿Por qué te genera este sentimiento?

Que están muriéndose y descomponiéndose los organismos que hemos cuidado y alimentado por la contaminación que hemos hecho, haciendo sentir tristeza y sufrimiento a nuestro ecosistema además de su olor.

¿Qué harás para recuperarla?

1) Tratamiento de buscar la forma de descontaminarla ya sea con bacterias o un filtro de limpieza, también sacando los organismos y poniéndolos en un lugar en el cual podamos saber que están bien, mientras descontaminamos y limpiamos el agua.

Socializamos nuestras repuestas y el secretario consigna en el cuaderno de campo.

5. Cada grupo deberá hacer una pancarta en papel bond, donde escriba una frase "pegagosa" de protesta o informativa frente a la problemática que le correspondió. **Decórala muy bien**, con dibujos, recortes, etc.

Cada grupo se dirigirá a 3 grados diferentes y expondrá sus hallazgos y sentimientos frente a los sucesos ocurridos en su "miniliving" y como se comparan con las contaminaciones que diariamente afectan a nuestros ríos y quebradas. **(Deben prepararse muy bien para esta actividad)**

6. Por último, se harán observaciones periódicas hasta que los prototipos retomen su funcionamiento inicial. Completa el siguiente cuadro:

Estabilización final		
Se estabilizo el prototipo	SI	NO X
Fecha de estabilización	10 / 19 / 17	Pasados 22 días
¿Qué se recuperó?	¿Qué no se ha recuperado?	¿Por qué?
- Los Renacuajos	- El resto de humedera	Los renacuajos se han estabilizado por que
- Mosquitos de Bichón	- Los Guppys y limpiador	tienen la capacidad y no los afecta
- Algas	res 1°	el contaminante, los botes por que al contaminar ya no afecta
		muchos algas por no hay un contaminante

Ahora, en su cuaderno de campo, concluyan frente a la experimentación y todo el proceso con sus artefactos. Socializamos y luego nos preparamos para la evaluación de conocimiento.

¿Por Que? no se lo recuperado:
Por que el agua de humedera la muerte y hay dificultad para que se vuelva a reproducir los Guppys y limpiadores hasta que no haya un mejoramiento en las aguas o restauración de la mini living

Figura 13. Apropriación de Conceptos y Sensibilidad ambiental evidenciada por la estudiante nro. 31 en la Ficha nro. 4, Página 3/3

Referente a la sensibilidad ambiental alcanzada por los educandos, al analizar el caso práctico suministrado al grupo de trabajo por parte de la estudiante nro. 31 en la ficha 4, se evidenció la identificación de los agentes contaminantes (lixiviados del café) y sus generadores (productores de café que desechan la pulpa de café) en los ecosistemas acuáticos propios de la región (Figura 11). Consecuentemente, se evidencian los sentimientos motivados por dichas contaminaciones (decepción, lástima e intolerancia), los posibles efectos que esta contaminación genera en el ecosistema (contaminación del agua, muerte de plantas y animales, descomposición de los niveles tróficos) y formas en que se propone mitigar dicha contaminación (nuevos métodos de limpieza en las fábricas, reducción en la utilización de químicos, descontaminación de las aguas) (Figura 12). Por último, se inocularon los prototipos creados por cada grupo de trabajo en la ficha 2 (ver Anexo 3) con el agente contaminante descrito al inicio por cada grupo de trabajo (ver Anexo 6) donde se evidenció una mayor sensibilidad frente al daño en su prototipo (triste porque estamos observando como poco a poco se está contaminando nuestra “Mini Living”) y una afinidad en la comparación con el ecosistema circundante (saber que esto está pasando en nuestro medio ambiente por culpa de quienes no saben tener en cuenta el daño que hacen) (Figura 13). Lo anterior sustenta que al trabajar con modelos como la living machine, para evidenciar el daño ecosistémico causado por diferentes tipos de contaminantes, promueve la sensibilidad ambiental en los educandos de grado 7.1 y a su vez, motiva la capacidad argumentativa al dar razonamientos apoyados en pruebas frente a una temática que atañe directamente sus realidades, como lo propone Jiménez (2010), “En contextos socio-científicos resulta más fácil motivar al alumnado para que se implique activamente en la construcción de argumentos, en defender y justificar pensamiento crítico”. (p.82)

Por otra parte, se tuvo en cuenta para el diseño de la secuencia, las falencias detectadas en los componentes de la argumentación por parte de los estudiantes en el pre-test (Tabla 4) para adaptar actividades prácticas para construir y explicar conceptos, usar datos, elaborar conclusiones y justificaciones en relación a las observaciones realizadas por los equipos en la diferentes sesiones de trabajo (ver Anexo 3).

Es así que al iniciar la aplicación de la secuencia didáctica se presentó la sesión 1, donde se atendió las necesidades básicas de conceptos identificadas anteriormente (ver Anexo 4) y se procedió ajustar las demás sesiones con base en los resultados obtenidos en las primeras etapas de la intervención. De esta forma se continuaron aplicando 4 sesiones correspondientes, donde cada una sirvió de ayuda ajustada para la siguiente, atendiendo las necesidades detectadas en términos de producción de argumentos y conceptualización, teniendo como eje fundamental la living machine contextualizada a la realidad de la comunidad estudiantil.

3.3. Resultados y análisis del Pos-test y contraste de resultados con el Pre-test

En este apartado se muestran los resultados del presente estudio para 35 estudiantes del grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur de Armenia, los cuales cumplieron a cabalidad con la presentación del pre-test y la secuencia didáctica basada en la living machine en fomento de la capacidad argumentativa.

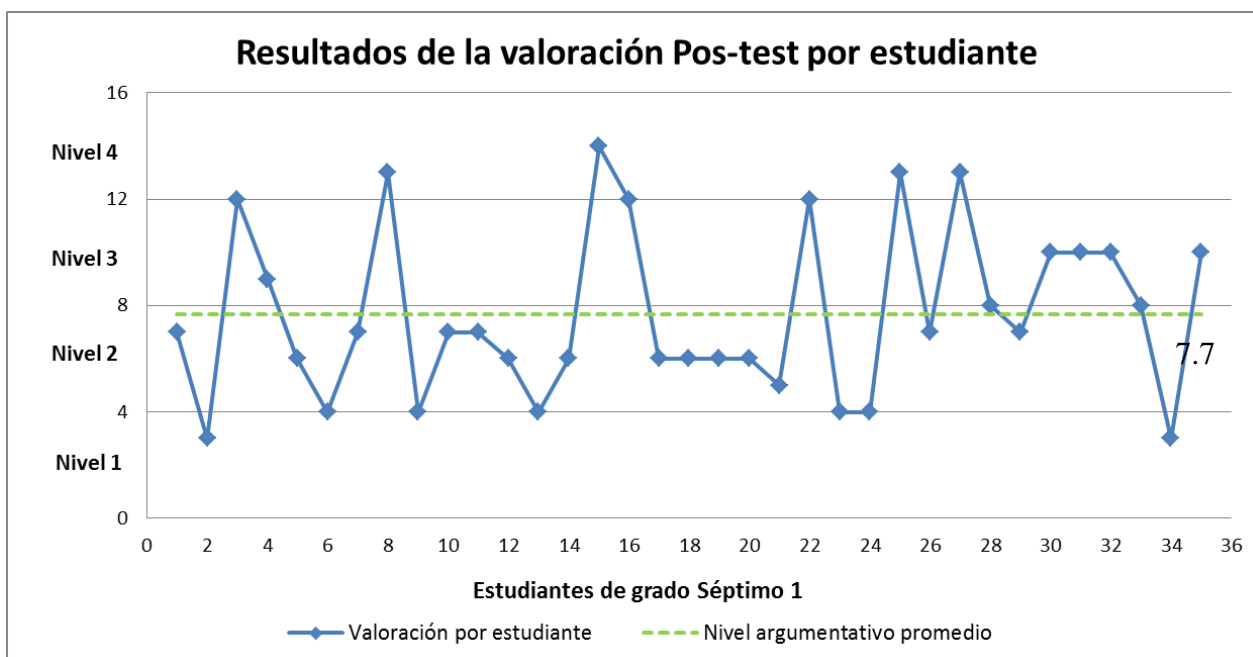


Figura 14. Valoración de los niveles argumentación según pos-test aplicado a 35 estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia.

Según muestra la (Figura 14), el 40% de los educandos (14 estudiantes) presentan un desempeño argumentativo valorado en el pos-test por encima de la media registrada (7.7), mientras que el 60% restante (21 estudiantes) se ubicaron por debajo de esta medida de tendencia central. En el mismo sentido se considera que el nivel argumentativo valorado luego de la aplicación de la secuencia didáctica en el grado 7.1 fue similar en la gran mayoría de los educandos, ya que se obtuvo una desviación estándar de 3.2, indicando una dispersión de datos baja con respecto a la media.

En cuanto a los niveles de argumentación, se resalta los desempeños de 7 estudiantes (20%) los cuales, según la (Tabla 3), se ubican en nivel 4, alcanzando los 12 puntos o más en la escala de valoración, mientras 2 estudiantes (5%), aunque presentaron movilidad en cuanto a su capacidad argumentativa, no lograron superar su rango anterior, por lo tanto continúan en el nivel 1, el más bajo de argumentación. Por lo tanto, el 74% de los estudiantes de grado 7.1 se ubican, según la (Tabla 3), en los niveles argumentativos 2 y 3, hecho que se corrobora al determinar que el puntaje promedio general (7.7) se encuentra en el límite superior del nivel 2, es decir se encuentra sesgado al nivel 3 que se alcanza al registrar 8 puntos.

Referente a las competencias en ciencias naturales y educación ambiental que los educandos dominaron al finalizar la intervención didáctica, entendidas desde el eje temático y como se muestra en la (Figura 15), se evidenció un desempeño considerable en el dominio conceptual en relación al flujo de energía que circula en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro.1) ya que se registró un 60% de acierto frente a los organismos que deben estar en mayor cantidad en las redes tróficas y pirámides ecológicas para garantizar que la energía circule por todo el ecosistema y mostrando un desempeño adecuado en las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias, ya que luego de la intervención didáctica lograron “comparar mecanismos de obtención de energía en los seres vivos” (MEN, 2005, p.136).

En relación a las nociones frente a la estructura en forma de red que caracteriza las relaciones tróficas en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro.2), la gran mayoría de las respuestas (71%) fue acertada, mostrando dominio conceptual por parte de los estudiantes, al detectar cuales organismos poseían más fuentes de alimentación directa; en el mismo sentido, se valora el 40% de respuestas correctas por parte de los educandos, los cuales lograron identificar los posibles efectos de la alteración ambiental al extinguirse determinada especie en dichas redes tróficas (ver Anexo 1 – Pregunta nro.3), lo que sugirió que las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias, después de la aplicación de la secuencia didáctica, fueron desarrolladas en los educandos, ya que superaron dificultades para “identificar condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables)” (MEN, 2005, p.136).

Por último, solo se obtuvo un 40% de respuestas correctas por parte de los educandos, los cuales evidenciaron dominio conceptual referente al equilibrio ecosistémico, ya que lograron relacionar los efectos que trae consigo la intervención humana, como la introducción de especies foráneas en los hábitats en equilibrio (ver Anexo 1 – Pregunta nro.4), lo que demostró, después de la intervención didáctica, un bajo dominio en algunas acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias por parte de los estudiantes, ya que estos no lograron caracterizar ecosistemas y tampoco analizaron el equilibrio dinámico entre sus poblaciones (MEN, 2005, p.136).

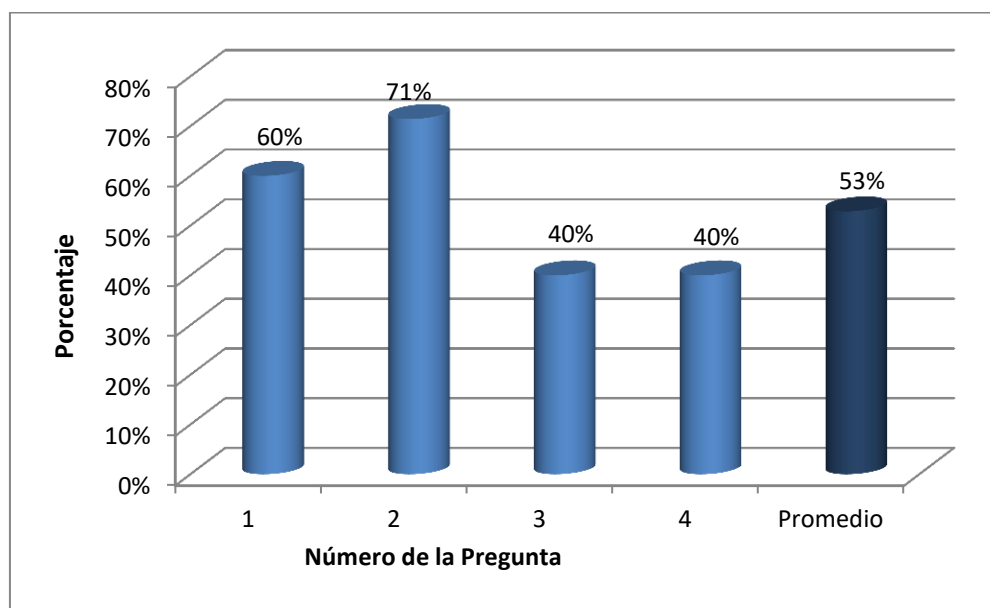


Figura 15. Porcentaje de acierto en las preguntas de opción múltiple con única respuesta en el pos-test, por parte de los estudiantes de grado 7.1

Al considerar la información anterior, se evidenció, después de la intervención didáctica, un desempeño promedio igual a 53%, referente a los conceptos de redes tróficas y pirámides ecológicas mostrados por los estudiantes de grado 7.1. De igual manera, se evidenció un desarrollo de las competencias en ciencias naturales y educación ambiental medio, en el marco de los Estándares Básicos de Competencias al entender que, en la valoración final, los educandos

lograron aproximarse a “identificar condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005, p.136). En el mismo sentido, estos resultados muestran desempeños cercanos en comparación con lo reportado por González et al. (2013) en una investigación similar, donde se evidenció un 60% de respuestas correctas en el cuestionario final, por parte de los estudiantes de sexto grado del colegio Gimnasio la Montaña de Bogotá.

Ahora bien, para validar la fiabilidad del estudio denominado intervención didáctica basada en el prototipo “living machine” para fomentar capacidades argumentativas, se debe considerar los resultados contenidos en los instrumentos utilizados para la valoración inicial y final del nivel argumentativo (pre-test y pos-test). En este orden de ideas se realizó un cálculo de la fidelidad para cada uno de los instrumentos de valoración, mediante el alfa de Cronbach (Arias, García & Morales; 2017, p. 107), los cuales arrojaron un valor de 0,83 para el pre-test y 0,8 para el pos-test (ver Anexo 5). Esto indica, que la fidelidad de las variables es buena y se acepta que las mediciones realizadas en ambos instrumentos son correspondientes al nivel argumentativo de los estudiantes de grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur. Esto permite un análisis comparativo de las capacidades argumentativas iniciales y finales como se muestra a continuación.

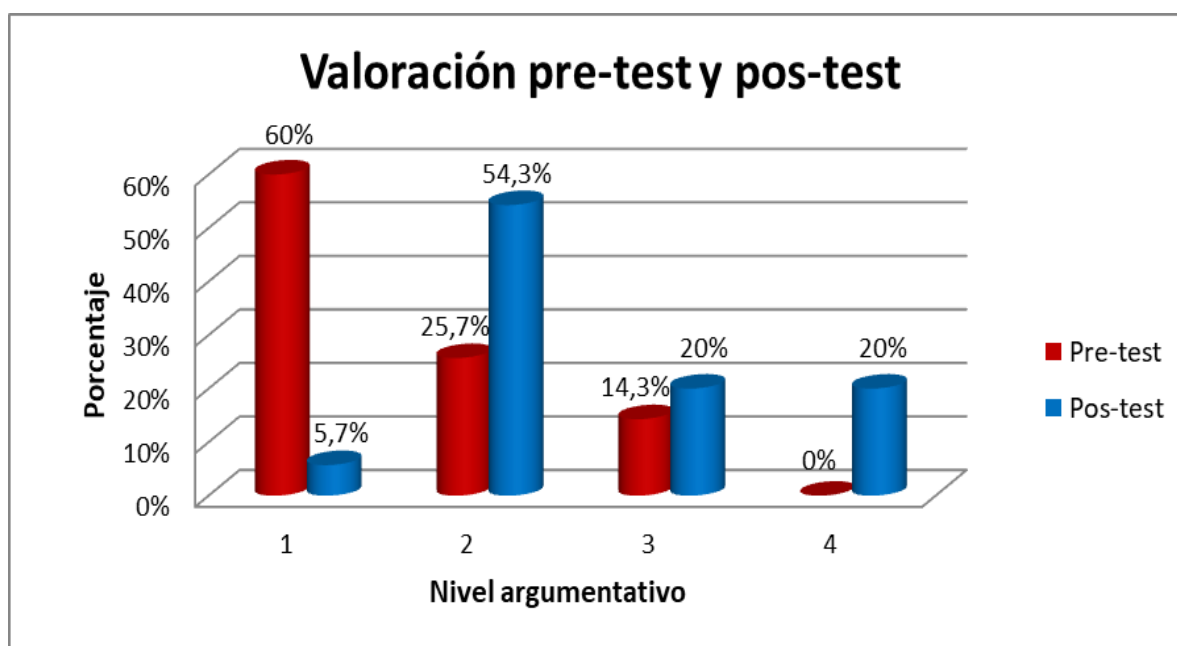


Figura 16. Comparativo entre el cuestionario inicial y final presentado por los estudiantes del grado 7.1 de la Institución Educativa Ciudadela del sur Armenia

Por otra parte los resultados obtenidos en el pos-test muestran que la mayoría de los educandos del grado 7.1 movilizaron positivamente en el nivel de argumentación, en comparación con los resultados obtenidos en el pre-test (Figura 16), con lo cual se evidencia que los estudiantes superaron las falencias en los componentes de la argumentación, logrado posicionarse, en su gran mayoría, en un nivel argumentativo superior al inicial. De igual forma se reportan los avances más significativos en la movilidad de los estudiantes en nivel 1, principalmente, hacia el nivel 2 y en una menor medida a los niveles 3 y 4, al igual que el

incremento significativo de estudiantes en el nivel más alto de argumentación valorado en este estudio (nivel 4), como se amplia y evidencia más adelante.

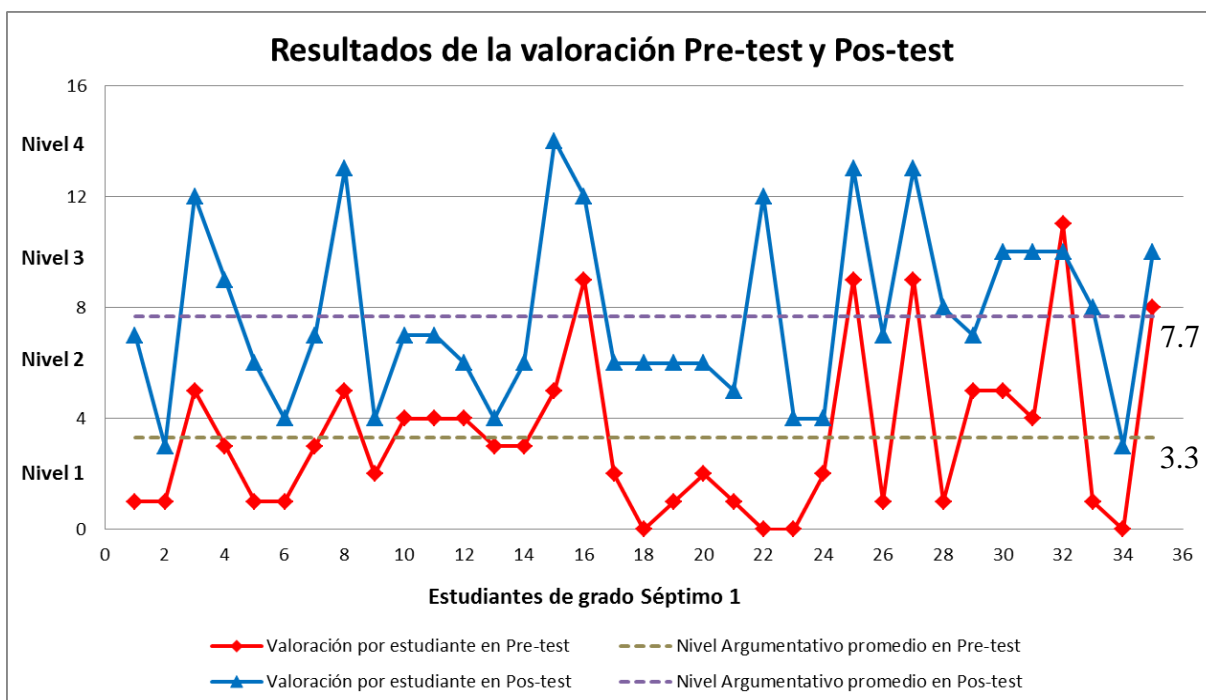


Figura 17. Comparativo de la valoración de los niveles argumentación según pre-test y pos-test aplicado a 35 estudiantes de grado Séptimo 1, de la I.E. Ciudadela del Sur, Armenia.

En la Figura 17 se muestra la comparación entre dos cuestionarios (pre-test y pos-test) que valoraron el nivel argumentativo para el total de estudiantes analizados en este estudio, sustentando que la secuencia didáctica tuvo una incidencia positiva en el desarrollo argumentativo de los estudiantes, ya que se mejoró el nivel argumentativo promedio en 4,4 puntos, con respecto a la media registrada en el pre-test. Se puede entonces afirmar que, en general, el incremento en el valor medido de capacidades argumentativas valoradas mediante los instrumentos anteriores y según la (Tabla 3), demuestra que la aplicación de la intervención didáctica utilizando el prototipo de aula viva denominado living machine tuvo un impacto positivo para el progreso en los niveles de argumentación descritos. Puntualizando, la mayoría (97.1%) de los estudiantes del grado séptimo uno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur presentaron una movilidad positiva en su nivel argumentativo después de la intervención con la secuencia didáctica, ya que solo un estudiante registro un descenso en su puntuación (pre-test valorado en 11 puntos y pos-test valorado en 10 puntos), lo cual se debe a un fallo en las opciones de respuestas (ver Anexo 5). Así mismo, un 80% de ellos lograron superar su nivel argumentativo inicial teniendo en cuenta la clasificación de la (Tabla 3).

De igual forma, al someter los resultados obtenidos en el pos-test a los criterios para valorar la argumentación (Tabla 3) y la rejilla para evaluar dicho cuestionario (Tabla 2), de nuevo se ve reflejado el avance significativo en los niveles de argumentación después de la aplicación de la intervención didáctica, lo cual se resume en la actuación general para cada nivel de argumentación encontrado en los argumentos suministrados en el pos-test, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.

Número de estudiantes por nivel de argumentación en el pos-test

Cantidad		Porcentaje	Capacidad Argumentativa de los evaluados
Nivel	de estudiantes		
1	2	5,7%	<p>En este caso los estudiantes lograron un avance mínimo en su desempeño argumentativo, al evidenciar algunos componentes de la argumentación (conclusión, datos, justificación y conocimiento básico) pero se continua apreciando opciones de justificación en blanco, con frases (o caracteres) incoherentes para el contexto, parafraseados de las opciones de respuesta o copiadas y pegadas del texto de la pregunta o las afirmaciones.</p> <p>Para este nivel, muchos de los estudiantes llegaron a formular conclusiones básicas, las cuales fueron apoyadas en pruebas de una forma adecuada respecto al nivel anterior, lo que constituyeron explicaciones causales o ideas con mayor grado de certeza, pero aún se evidenció poca coherencia en el uso de datos por lo que no se consideran como justificación. Se siguen usando términos propios del concepto pero sin coherencia frente a la afirmación y sin relación con las observaciones realizadas en la living machine, por lo tanto no alcanzaron un dominio del eje temático, comprensión del tema o conocimientos básicos.</p> <p>En este nivel los estudiantes lograron construir conclusiones apoyadas en pruebas encontradas en el test, completando así la estructura de justificación, pero no reflejaron un alto grado de profundidad desde los conceptos trabajados en la intervención didáctica, por lo cual se encuentran ideas y conceptos que se enmarcan únicamente en el contenido de la pregunta y sus afirmaciones de respuesta o en observaciones de la living machine sin lenguaje científico, por lo tanto se evidencia en menor medida una comprensión general del tema o conocimientos básicos.</p> <p>En este nivel se alcanzaron los componentes de la argumentación al formular conclusiones apoyadas en pruebas y usan conocimientos básicos de manera adecuada, pero se continuó evidenciando problemas en la coherencia y en la construcción de argumentos elaborados, dado que el uso de datos y conocimientos básicos continuaron siendo limitados al lenguaje propio. Se determinaron condiciones de asociación entre los conceptos trabajados y su observación en la living machine.</p>
2	19	54,3%	
3	7	20%	
4	7	20%	

Nota. Distribución de los estudiantes del grado Séptimo uno por niveles de argumentación de acuerdo con su capacidad argumentativa en el pos-test (ver Anexo 5). Fuente: Rojas, W. (2016, p. 67)

Al analizar la (Tabla 6) frente a los hallazgos encontrados en el pos-test, se considera que el 5,7% de los educandos se valoraron con nivel de argumentación Uno (ver Tabla 3), en contraste con el pre-test en el cual se encontró un 60% de educandos en este nivel, evidenciando un 57,3% menos de estudiantes en nivel 1. De los 21 estudiantes que inicialmente pertenecían a este nivel, la mayoría (71,5%) se movilizó al nivel argumentativo 2, mientras que un 14,2% se movilizó al nivel 3, solo un estudiante (4,8%) se movilizó al nivel 4 y el 9,5% no logró superar este nivel argumentativo.

Los anteriores resultados sugieren que la intervención didáctica tuvo una incidencia mayor en los estudiantes que iniciaron en el nivel inferior de argumentación, al entregar conceptos fundamentados en la ventaja que supone el trabajo activo en la living machine para el fomento de competencias (Ocean Arks International, 1999) y que además muestra un desarrollo significativo en las capacidades de argumentación. Como lo muestra las (Figuras 18 y 19), se evidencia el desempeño argumentativo en el pre-test y pos-test del estudiante N° 22, el cual se valora en el momento inicial (pre-test) con 0 puntos (nivel 1), ya que plasma dificultades para generar argumentos y no posee conocimiento del eje temático, frente a los resultados del instrumento final (pos-test) valorado en 12 puntos (nivel 4), donde muestra un avance significativamente alto, al mostrar no solo los componentes de la argumentación, sino también conocimientos básicos movilizados desde el trabajo en la secuencia didáctica, como se muestra a continuación.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
22	XXX	1	A	0		0	UNO
		1.1			Porque lo lei		
		1.2		0	Por que también lo vi en la imagen		
		1.3			Por que también lo vi en la imagen		
		2	C	0			
		2.1			Por que lo vi en la imagen		
		2.2		0	Por que también lo vi en la imagenPor que también lo vi en la imagen		
		2.3			Por que también lo vi en la imagen		
		3	A	0			
		3.1			Por que también lo vi en la imagen		
		3.2		0	Por que también lo vi en la imagen		
		3.3			Por que también lo vi en la imagen		
		4	A	0			
		4.1			Por que también lo vi en la imagen		
		4.2		0	Por que también lo vi en la imagen		
		4.3			Por que también lo vi en la imagen		

Figura 18. Resultados del pre-test para el estudiante número 22 (ver Anexo 5), donde se evidencia que indicó opciones de respuesta sin ninguna construcción argumentativa, ni conocimiento del eje temático.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
22	XXX	1	B	1	porque el la pirámide de energía la base empieza con, por ejemplo 10.000 y la base le pasa el 10% de la energía a los consumidores 1arios	12	CUATRO
		1.1		2	también lo se por las exposiciones		
		1.2			y por la guía		
		1.3					
		2	A	1			
		2.1			por que la avispa parásita se alimenta de estos 3: del escarabajo, la cigarrilla saltadora y larva de mariposa		
		2.2		3	y el gato marsupial de el pajar carniceiro, del petirrojo y el pajar de miel		
		2.3			gracias a la imagen respondi las anteriores 2		
		3	C	1			
		3.1			por que la avsipa parasita se quedaria sin alimento y moririra		
		3.2		2	por que en la red a no pasa nada por que la avispa se alimenta de otras cosas y si sobreviviria		
		3.3			no se las 3 siempre son dificiles		
		4	D	0			
		4.1			obviamente por que si nadie los depreda se comen todo		
		4.2		2	por que se alimentaria de todo y nada lo acabaria		
		4.3			y todos serian mas pequeños que el		

Figura 19. Resultados del pos-test para el estudiante número 22 (ver Anexo 5), donde se evidencia que indicó conclusiones basadas en datos evidenciando construcción argumentativa y conocimiento básico del eje temático.

Frente a los hallazgos encontrados en el pos-test, se considera que el 54.3% de los educandos se valoraron con nivel de argumentación 2 (ver Tabla 3), en contraste con el pre-test en el cual se encontró un 25.7% de educandos en este nivel, evidenciando un 28,6% más de estudiantes en nivel 2. De los 19 estudiantes que finalmente se ubicaron en el nivel 2, la mayoría (78,9%) se movilizó desde el nivel 1 de argumentación, lo cual corrobora que la mayoría de los estudiantes valorados en el pre-test con nivel argumentativo 1, lograron movilizarse al nivel 2 (Figura 16), mientras que un 21,1% de los estudiantes valorados por el pos-test en el nivel argumentativo 2, aunque demostraron un avance en la puntuación respecto a los resultados de pre-test, no fue suficiente para alcanzar los niveles superiores de argumentación (Nivel 3 y 4). De igual forma, de los 9 estudiantes que inicialmente fueron valorados mediante el pre-test en nivel argumentativo 2, el 33,3% tuvo una movilización argumentativa que, respecto a la (Tabla 3), los ubicó en el nivel 4, mientras que un 22,3% se movilizó al nivel 3, el 44.4% no logró superar este nivel argumentativo 2 y ningún estudiante tuvo una movilidad negativa al generar retroceso hacia el nivel 1.

Por consiguiente se puede afirmar que para el nivel 2 de argumentación (Tabla 3) la intervención didáctica tuvo una incidencia significativamente alta en los estudiantes, esto se posibilita gracias a la capacidad generada para formar argumentos que, aunque no se apoyan concretamente en pruebas, evidencian una estructuración adecuada a través del trabajo activo en la living machine para el fomento de competencias (Ocean Arks International, 1999). En este sentido, en las (Figuras 20 y 21) se evidencia el desempeño argumentativo en el pre-test y pos-test de la estudiante N° 21, el cual se valoró en el momento inicial (pre-test) con 1 punto (nivel 1), ya que no muestra ningún elemento de la argumentación, propone frases descontextualizadas o digita caracteres sin sentido, frente a los resultados del instrumento final (pos-test) valorado en 10 puntos (nivel 3), donde muestra un avance significativo, al mostrar un uso apropiado de los datos suministrados en las preguntas y nociones de conocimientos básicos desde el trabajo alrededor del eje temático, como se muestra a continuación.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
21	XXX	1	A	0		1	UNO
		1.1					
		1.2		0	POR QUE ES ESA		
		1.3			POR MUCHAS RAZONES		
		2	B	0	POR QUE SI		
		2.1					
		2.2		0	ESA ES		
		2.3			ES VALIDA		
		3	C	1	POR QUE SI		
		3.1					
		3.2		0	6T76		
		3.3			JAA		
		4	B	0	JAJAAJ		
		4.1					
		4.2		0	JAJA		
		4.3			JAJAJ		

Figura 20. Resultados del pre-test para el estudiante número 21(ver Anexo 5), donde están ausentes todos los componentes de la argumentación o dominio de eje temático.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
21	XXX	1	A	0		5	DOS
		1.1					
		1.2		1	por que el terciario, es el mayor		
		1.3			por que en la red trofica van en orden en la base de la mayoria de piramides		
		2	A	1	por que van de mayor ha menor teniendo en cuenta la energia que circula,		
		2.1					
		2.2		1	por que ellos son el depredadores mas mayores		
		2.3			por que se pueden comer a todos menos ha el depredador mayor		
		3	A	0	por que la red torfica esta compuesta en ese orden la a y la b estan en diferentes localidades		
		3.1					
		3.2		1	tiene el efecto mayor en la red trofica		
		3.3			por que la avispa parasita solo tiene una fuente de comida		
		4	C	0	por que la red trofica tiene mas fuentes en la b		
		4.1					
		4.2		1	si no no los alimentarian se mueren		
		4.3			se desaparecería el ecosistema,		

Figura 21. Resultados del pos-test para la estudiante número 21(ver Anexo 5), donde se evidencia la producción de conclusiones respecto al eje temático y escasamente apoyado en pruebas.

Con referencia a la (Tabla 6), frente a los hallazgos encontrados en el pos-test, se considera que el 20% de los educandos se valoraron con nivel de argumentación 3 (Tabla 3), en contraste con el pre-test en el cual se encontró un 14.3% de educandos en este nivel, evidenciando una diferencia de 5.7% más luego de la intervención. De los 7 estudiantes que finalmente se ubicaron en el nivel 3, la mayoría (42,8%) se movilizó desde el nivel 1 de argumentación, lo cual muestra la incidencia significativa que tuvo esta secuencia para los estudiantes del nivel argumentativo más bajo, mientras que un 28,6% se movilaron desde el nivel 2 e igual porcentaje de estudiante permanecieron en el nivel 3, es decir no generaron un puntaje significativo para superar este nivel. En el mismo sentido, de los 5 estudiantes que inicialmente fueron valorados, mediante el pre-test, en nivel argumentativo 3, el 60% tuvo una movilización argumentativa que, respecto a la (Tabla 3), los ubicó en el nivel 4, mostrando que la mayoría de estudiantes que en un principio fueron valorados en nivel 3, se beneficiaron de la secuencia didáctica para mejorar sus conocimientos básicos y poder articular dichos saberes a sus argumentos, mientras que el restante de estos (40%) no logró superar dicho nivel argumentativo, ya que no se evidencia estudiantes con movilidad negativa al generar retroceso hacia los niveles de argumentación inferiores (nivel 2 y 1).

Los anteriores resultados evidencian que para el nivel 3 de argumentación (Tabla 3) la intervención didáctica tuvo una incidencia positiva en los estudiantes inmersos en el estudio, esto se posibilita gracias al avance en el dominio conceptual logrado a través del trabajo activo en la living machine para el fomento de competencias (Ocean Arks International, 1999) y que además muestra un desarrollo significativo al mejorar la calidad de sus argumentos. En las (Figuras 22 y 23) se evidencia el desempeño argumentativo en el pre-test y pos-test del estudiante N° 30, el cual se valora en el momento inicial (pre-test) con 5 puntos (nivel 2), donde se evidenciaba el uso de datos, pero extractados directamente de las preguntas o descontextualizado a la opción de respuesta, frente a los resultados del instrumento final (pos-test) valorado en 10 puntos (nivel 3), donde muestra un avance significativo, al mostrar un uso apropiado de los datos suministrados en las preguntas y nociones de conocimientos básicos desde el trabajo alrededor del eje temático, como se muestra a continuación.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
30	XXX	1	B	1		5	DOS
		1.1			ya que estos están en la cadena alimenticia		
		1.2		1	los organismos des componedores aprovechan la muerte de los consumidores		
		1.3			ya que al comer la energía circula en los ecosistemas por esa razon esque aquellos heterotoforos mueren		
		2	C	0			
		2.1			ya que la araña tiene tres fuentes de alimentación		
		2.2		1	ya que la avispa tiene tres fuentes de alimentación		
		2.3			ambas son las mas fuertes por así decirlo		
		3	B	0			
		3.1			ya que la avispa parásita tiene viras fuentes de alimentación		
		3.2		1	sería mayo en la red A ya que hay mas fuentes de alimentación para algunos animales		
		3.3			la avispa parásita es una de las mas fuertes		
		4	C	1			
		4.1			ya que puede desaparecer por tanta basura los animales la comida por así decirlo desaparecerían		
		4.2		0	por tanta intodcicacion		
		4.3			puede acabarlo por lo tanto que en el planeta no avitariamos nadie		

Figura 22. Resultados del pre-test para el estudiante número 30 (ver Anexo 5), donde se emplea datos extractados de las preguntas sin pertinencia a la opción de respuesta y uso limitado de conocimiento del eje temático.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
30	XXX	1	B	1		10	TRES
		1.1			por que son aquellos que alimentan a los consumidores primarios y algunos secundarios		
		1.2		2	por que los vegetales son la base de las pirámides o sea los productores		
		1.3			por que son mayor cantidad como las plantas o pasto que son productores		
		2	D	0			
		2.1			por que las líneas lo muestran de esa manera		
		2.2		1	por que la araña tiene 3 animales para alimentarse		
		2.3			por que la avispa parásita tiene 3 animales para alimentarse		
		3	C	1			
		3.1			sería gran afecto ya que solo es a uno que se come no a varios		
		3.2		2	también por que un nivel trófico necesita varios animales vivos que ayuden en el		
		3.3			por que podría aumentar en el nivel de muertos en un nivel trófico		
		4	C	1			
		4.1			por que la especie foránea puede acabar con algunas especies		
		4.2		2	puede acabar con los productores que son los que alimentan a gran variedad de animales lo consumidores primarios y los secundarios		
		4.3			puede acabar desapareciendo gran variedad de individuos o hasta todo el ecosistema		

Figura 23. Resultados del pos-test para el estudiante número 30, donde hizo un uso de datos de manera acertada en relación a la opción seleccionada y tuvo nociones de conocimiento del eje temático.

Con referencia a la (Tabla 6), frente a los hallazgos encontrados en el pos-test, se considera que el 20% de los educandos se valoraron con nivel de argumentación 4 (Tabla 3), en contraste con el pre-test en el cual se encontró un 0% de educandos en este nivel, lo cual comprueba que los estudiantes de grado 7.1 logran afianzar capacidades argumentativas que los incluyen en el mayor nivel valorado (Tabla 3) luego de la aplicación de la secuencia didáctica basada en la living machine. En el mismo sentido, los 7 estudiantes que se ubicaron en el nivel 4 luego de la valoración en el pos-test, son movilizados en un 42,9% del nivel 2, en la misma proporción desde el nivel 3 y un estudiante (14,2%) logró un desarrollo significativamente alto, ya que se movilizó desde el nivel argumentativo 1.

Se analiza entonces que para el nivel 4 de argumentación (Tabla 3) la intervención didáctica tuvo una incidencia positiva en los estudiantes inmersos en el estudio, esto comprueba que gracias al trabajo activo en la living machine para el fomento de competencias (Ocean Arks International, 1999) y el dominio conceptual logrado a través de la secuencia didáctica basada en este prototipo, se avanza de manera significativa en el desarrollo de la capacidad argumentativa. Prueba de esto (Figuras 24 y 25), el desempeño argumentativo en el pre-test y pos-test del estudiante N° 25, se valora en el momento inicial (pre-test) con 9 puntos (nivel 3), donde produce argumentos con algo de dificultad mediante el uso de conclusiones apoyadas en datos únicamente desde la información suministrada en el test, frente a los resultados del instrumento final (pos-test) valorado en 13 puntos (nivel 4), donde sigue produciendo justificaciones para sustentar sus respuestas pero con un avance significativo en sus conocimientos básicos desde los conceptos vistos en la secuencia didáctica, como se muestra a continuación.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
25	XXX	1	B	1		9	TRES
		1.1			yo escojo esta respuesta porque, un organismo se comería a otro para tener energía.		
		1.2		2	el organismo al comerse la víctima tiene energía del 10 por ciento		
		1.3			los organismos autógrafos son consumidos por heterotrofo.		
		2	A	1			
		2.1			el gato marsupial se alimenta del pájaro carnívoro melero y petirrojo		
		2.2		2	la avispa parásita se alimenta de la larva, escarabajo y cigarra.		
		2.3			la avispa es comida por otros animales mientras que el gato marsupial no.		
		3	B	0			
		3.1			porque se alimenta de varios insectos.		
		3.2		1	porque la avispa tiene mayor alimento en la red trófica A.		
		3.3			porque la avispa tiene menor comida en la red B.		
		4	A	0			
		4.1			porque un ser vivo no sobreviviría sin el ecosistema.		
		4.2		2	un ecosistema es importante para todos los organismos.		
		4.3			una especie que no tiene depredador puede cambiar mucho un ecosistema.		

Figura 24. Resultados del pre-test para el estudiante número 25 (ver Anexo 5), donde únicamente se emplea datos extractados de las preguntas sin pertinencia a la opción de respuesta y poco uso de conocimiento del eje temático.

ESTUDIANTE	NOMBRE	PREGUNTA NRO.	OPCIÓN SELECCIONADA	VALORACIÓN	ARGUMENTOS O RAZONES ENTREGADOS	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL
25	XXX	1	B	1		13	CUATRO
		1.1			deben de haber mas plantas que animales		
		1.2		3	los consumidores primarios necesitan consumir a los productores para obtener su energía y es la razón por la que deben de haber mas productores.		
		1.3			si hubiera menos productores la red se dañaría afectando a otros organismos.		
		2	A	1			
		2.1			porque el gato marsupial se alimenta del pájaro carnívoro del pájaro de la miel y del petirrojo, y la avispa parásita de la cigarra, escarabajo, y de la larva de mariposa.		
		2.2		3	pueden tener muchas fuentes de alimento.		
		2.3			a pesar de tener varias fuentes de alimento reciben pocas fuentes de energía.		
		3	B	0			
		3.1			porque solo tiene una sola fuente de alimento en la red B		
		3.2		3	en la red A tiene 3 fuentes de alimentación por lo cual si se desaparece la cigarra se puede alimentar de las otras 2.		
		3.3			no le paría nada a la avispa si desaparece la cigarra en la red A.		
		4	A	0			
		4.1			la especie foránea acabaría con los organismos del ecosistema.		
		4.2		2	se desequilibraría el ecosistema y la red trófica.		
		4.3			la especie foránea se moriría cuando no hayan mas organismos.		

Figura 25. Resultados del pos-test para el estudiante número 25, donde se nota una estructuración de justificaciones apoyada en conocimientos básicos movilizados por la secuencia didáctica.

Los resultados descritos en este apartado correspondiente al pos-test, guardan relación con lo expuesto por la investigación de Rojas Vinasco (2016) donde se muestra un avance en las capacidades de argumentación después de la aplicación de la intervención didáctica, evidenciado en el aumento progresivo en la proporción de cada nivel de argumentación respecto a las condiciones iniciales, reduciendo significativamente los estudiantes de nivel 1, mientras aumentaban en los niveles 2, 3 y 4. En el mismo sentido, se registró un incremento promedio de 4,4 puntos (Figura 17) que corrobora un avance significativamente alto (133%) en los componentes argumentativos respecto a la valoración media obtenida en el pre-test; evidenciando un desempeño significativamente mayor, respecto al desempeño (59%) reportado por Rojas Vinasco (2016) y en el avance (51%) reportado por González et al. (2013) en un estudio similar donde se propuso la argumentación como capacidad para desarrollar los aprendizajes de las ciencias, desde las problemáticas ambientales. Por lo cual se evidenció que el

trabajo mediante una secuencia didáctica y en especial, con la utilización de un modelo científico (Adúriz-Bravo, et al, 2009) denominado living machine, que simula las propiedades de un ecosistema y permite la observación de los ciclos energéticos y relaciones tróficas, propuso resultados significativamente altos frente en el desarrollo de las capacidades argumentativas.

Por otra parte, se reporta un avance significativo (24%) en el desempeño de los estudiantes (Figura 26) frente a las preguntas propuestas en el pre-test y pos-test. En este sentido, se puede analizar que, referente a las competencias en ciencias naturales y educación ambiental desarrolladas después de la intervención didáctica, como se muestra en la (Figura 26), se evidenció un avance significativo del 31% en el desempeño del dominio conceptual en relación al flujo de energía que circula en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro.1) respecto a lo valorado en el pre-test y pos-test, esto indica que hubo una movilidad positiva en los conocimientos frente a los organismos que deben estar en mayor cantidad en las redes tróficas y pirámides ecológicas para garantizar que la energía circule por todo el ecosistemas y además se promovió un desarrollo en las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias, ya que lograron “comparar mecanismos de obtención de energía en los seres vivos” (MEN, 2005, p.136).

En relación a las nociones frente a la estructura en forma de red que caracteriza las relaciones tróficas en el ecosistema (ver Anexo 1 – Pregunta nro. 2), se evidenció un incremento del 34% (Figura 26) en las preguntas que fueron contestadas correctamente, mostrando dominio conceptual por parte de los estudiantes, al detectar cuales organismos poseían más fuentes de alimentación directa; en mismo sentido, se determina un avance del 20% en las respuestas con desempeño positivo por parte de los educandos, los cuales lograron identificar los posibles efectos de la alteración ambiental al extinguirse determinada especie en dichas redes tróficas (ver Anexo 1 – Pregunta nro. 3), lo que sugirió que las acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias, después de la aplicación de la secuencia didáctica, fueron desarrolladas en los educandos, ya que, en su mayoría, superaron las dificultades iniciales para “identificar condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables)” (MEN, 2005, p.136).

Por último, se pudo identificar un avance del 9% en las respuestas correctas (Figura 26) por parte de los educandos frente al dominio conceptual referente al equilibrio ecosistémico, ya que lograron relacionar los efectos que trae consigo la intervención humana, como la introducción de especies foráneas en los habitat en equilibrio (ver Anexo 1 – Pregunta nro.4), lo que demostró, un desarrollo en dominio en algunas acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencias después de la intervención didáctica, ya que estos no lograron caracterizar ecosistemas y tampoco analizaron el equilibrio dinámico entre sus poblaciones (MEN, 2005, p.136).

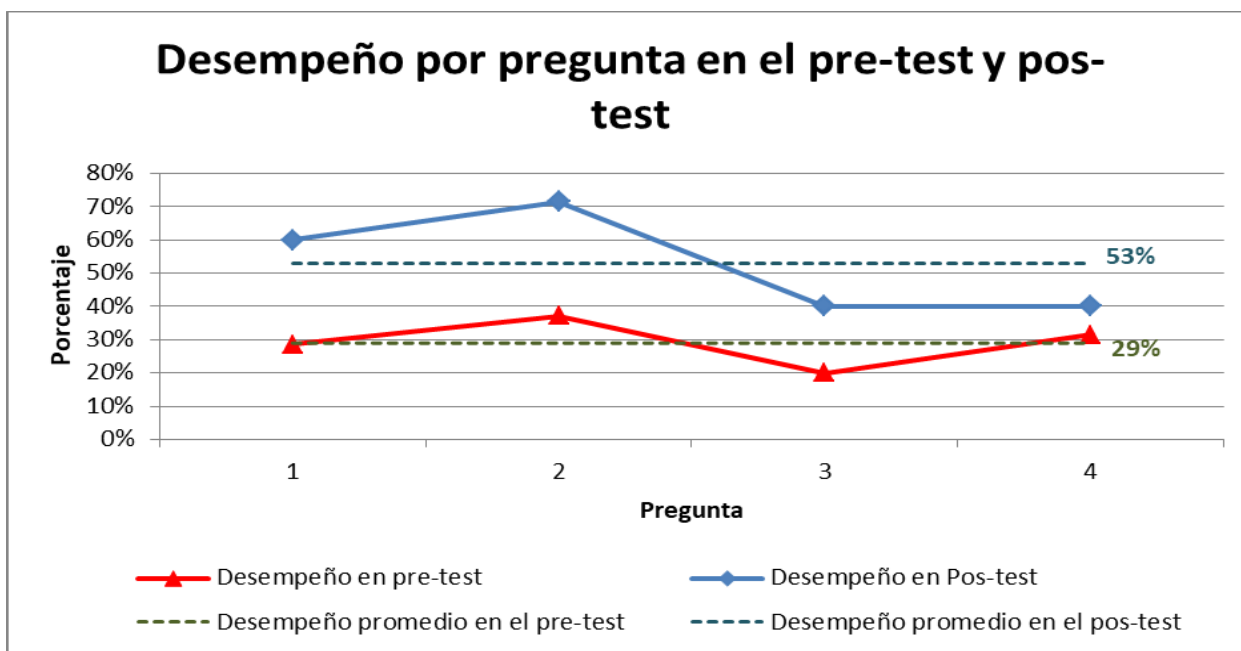


Figura 26. Desempeño comparativo en el pre-test y pos-test por pregunta

Tal y como se demostró a lo largo de este análisis y como se mencionó anteriormente, después de la intervención didáctica, se registró un avance del 24 % en la mayoría de las acciones de pensamiento, en relación al eje temático desarrollado en la secuencia didáctica con los estudiantes de grado 7.1. En el mismo sentido, se evidenció avance en el desarrollo de las competencias en ciencias naturales y educación ambiental (24%), en el marco de los Estándares Básicos de Competencias, ya que los educandos avanzaron en el dominio del estándar que fue propuesto a desarrollar mediante la secuencia didáctica (Tabla 1), lograron “identificar condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005, p.136). Estos resultados muestran desempeños superiores en comparación con lo reportado por González et al. (2013) en una investigación similar, donde se Mostró “un incremento del 17% en cuanto a conocimientos sobre la temática” por parte de los estudiantes de sexto grado del colegio Gimnasio la Montaña de Bogotá. Lo descrito generó un argumento más para validar la hipótesis del presente estudio referente al desarrollo de las capacidades argumentativas utilizando las competencias en ciencias naturales y educación ambiental mediante una intervención didáctica basadas en el prototipo living machine en los estudiantes de grado séptimo uno de la I.E. Ciudadela del Sur.

Por otra parte, al analizar la secuencia didáctica, y en especial la sesión nro. 4 (Figura 11), se puede estimar que los estudiantes han generado un sentido de responsabilidad ambiental, motivado por las alteraciones ecosistémicas trabajadas en las Mini-livings. Durante la experiencia de aula, se pudieron identificar sentimientos que expresaban inconformidad y sentido crítico frente a los pulsos realizados en los artefactos creados por ellos (ver Anexo 3), además de una gran afinidad hacia el ecosistema acuático nativo de la región.

De acuerdo a lo anterior, se valida la importancia de incorporar pedagogías activas, como las secuencias didácticas, para el desarrollo de la capacidad argumentativa, y en especial de las intervenciones en el aula que se fundamentan en el quehacer del estudiante y en el caso

específico de las ciencias naturales, que utilizan prototipos de aula viva para trabajar el saber científico desde la vivencia práctica de los conceptos. En este sentido, Gutiérrez & Zapata, (2009) postulan las pedagogías activas como una herramienta fundamental para “el desarrollo de habilidades y competencias que superen la educación en serie [...] centradas en el planteamiento, la resolución de problemas y la innovación basada en la inteligencia colectiva” (p. 43), indicando relevancia a la utilización de secuencias didácticas constructivistas que, según las mismas autoras, “favorezcan el desarrollo de pensamiento crítico y la racionalidad comunicativa” (p. 41), las cuales son habilidades que inciden directamente en la capacidad argumentativa de los educandos (Jiménez, 2010).

En otro sentido, como lo exponen Adúriz-Bravo, et al (2009), “las teorías quedan mejor determinadas y caracterizadas por sus respectivas clases de modelos”; por lo cual, el abordaje de los contenidos temáticos es más productivo al utilizar un modelo científico, entendido por los mismos autores como “una versión estilizada, réplica, esquema o diseño de algo; que señala una imitación o simulación de su referente”. Por lo cual, se pone mayor énfasis educativo en entender los principios del modelo científico, más que la descripción teórica descrita a través de la lingüística. Esto indicó que es más potente la comprensión teórica de los conceptos científicos desde una perspectiva que adopta la modelización de fenómenos como ruta para el desarrollo del individuo científico, en concordancia con Develaki (2007), citado por Adúriz-Bravo, et. al (2009), esta posición epistemológica “puede proporcionar una imagen más satisfactoria de la relación entre las teorías científicas y el mundo real a causa del rol mediador de los modelos”.

De la misma forma, en la investigación realizada por Cardona, et al, (2012, p. 109), se evidenció que la utilización de propuestas educativas basadas en el constructivismo (para esta investigación una unidad didáctica) “incide en el desarrollo de la capacidad argumentativa de los estudiantes [...] donde se desarrollaron competencias enfocadas al aprendizaje de la ciencia”, lo cual soporta los resultados presentes en este estudio, donde se evidencia un desarrollo significativos en las capacidades argumentativas y los conceptos sobre las redes tróficas y pirámides ecológicas.

Con lo anteriormente expuesto, se sustentó las ventajas de incluir un laboratorio vivo en el aula, como fue empleada en este caso la living machine, mediante la cual se fomentó el desarrollo de una habilidad, no solo argumentativa, sino además científica- natural entendida desde las competencias en ciencias naturales y de sensibilidad frente al daño que genera el ser humano en torno a sus actividades socioeconómicas.

En resumen, este estudio demostró el desarrollo en los componentes de la argumentación en los estudiantes de grado Séptimo 1 de la Institución Educativa Ciudadela del Sur, y por consiguiente, de la influencia positiva de la secuencia didáctica basada en las relaciones tróficas y pirámides ecológicas trabajadas desde el prototipo living machine en búsqueda de individuos formados en competencias argumentativas y científico-ambientales.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones de la intervención

Del presente estudio referente a cómo influye una secuencia didáctica enfocada en el dominio teórico-práctico de las relaciones tróficas y pirámides ecológicas mediante la utilización del prototipo “living machine”, en el desarrollo de capacidades argumentativas y afianza la sensibilidad ambiental en los estudiantes de séptimo grado de la I.E Ciudadela del Sur del Municipio de Armenia, Quindío, se concluyó que:

Al investigar los referentes teóricos y prácticos en los cuales se articula y sustenta el presente estudio, se obtuvo conocimientos y experiencias significativas frente al trabajo activo y el uso de prototipos en el aula, los cuales se utilizaron en la formulación y aplicación de la intervención. Este paso fue fundamental para delimitar la investigación y hacer más potente la intervención al tener soporte para validar o refutar los resultados hallados.

A través de intervenciones didáctica basadas en prototipos de laboratorio de aula, se da respuesta al paradigma educativo que sufre la educación colombiana (Gutiérrez & Zapata, 2009), el cual se encamina al desarrollo de competencias científico-naturales tomando como punto de partida la experimentación enmarcada en el contexto particular del educando para que pueda incluirse como sujeto crítico y reflexivo en la sociedad.

El diseño y la aplicación de una secuencia didáctica basada en el prototipo living machine, demostró ser una herramienta que potencializa las capacidades argumentativas y sensibilidad ambiental, desde las competencias en ciencias naturales y educación ambiental. De acuerdo a los hallazgos de la investigación, se concluye que esta se enmarca en las pedagogías activas que suponen un cambio en la educación nacional (Gutiérrez & Zapata, 2009).

La secuencia didáctica aplicada en este estudio permitió a los educandos acercarse a los conocimientos científicos desde una perspectiva práctica fundamentada en el quehacer constructivista y el trabajo en equipo como medio para mejorar los componentes de la argumentación referentes a la construcción de conclusiones, uso de datos, justificaciones y conocimientos básicos.

De igual forma, evidenció el desarrollo de los Estándares Básicos de Competencia, puntualmente el “identificar condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005), lo cual incidió notablemente en la formulación de argumentos críticos-reflexivos propuestos por los educandos frente al deterioro ambiental causado por el ser humano.

Según los resultados obtenidos en el pre-test, se concluye que el 60% de los estudiantes de grado 7.1, antes de la intervención didáctica, no lograba evidenciar los componentes de la argumentación (conclusión, datos, justificación y/o conocimientos básicos), por lo cual se ubicaron en el nivel argumentativo más bajo. Los educandos entregaron opciones de respuestas con premisas carentes de sentido o contexto, además de nulo apoyo en datos como sustento a sus

argumentos y dificultad para organizar los postulados de manera lógica frente al contexto cuestionado, lo que llevó al estudiante a usar apartes textuales del enunciado de la pregunta.

Las competencias en ciencias naturales y educación ambiental muestran un desarrollo bajo, antes de la aplicación de la intervención didáctica, referente a las preguntas del pre-test. Se pudo constatar que, en promedio, el desempeño para “identificar condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005) es igual a 29% respecto al porcentaje de acierto en cada pregunta del pre-test. De la misma manera se evidencia que las acciones de pensamiento (Tabla 1) que propenden el desarrollo de los Estándares Básicos de Competencia no presentan un desempeño superior al 37%, indicando falencias considerables en los conceptos de redes tróficas y pirámides ecológicas.

Mediante el pos-test se logra evidenciar un avance significativo en cada nivel argumentación, luego de aplicar la secuencia didáctica, arrojando que el nivel 1, el más bajo según la Tabla 3, paso de incluir el 60% de los estudiantes a 5,7%, incrementando los educandos en el nivel 2 de 25,7% hasta 54,3%, en el nivel 3 paso de 14,3% a 20%, y en el nivel superior de argumentación se logró un 20%, resultado considerado significativamente alto respecto al 0% de educandos ubicados en nivel 4 en el pre-test. En el mismo sentido, el 97.1% de los estudiantes del grado séptimo uno de la Institución Educativa Ciudadela del Sur presentaron movilidad positiva en su nivel argumentativo después de la intervención con la secuencia didáctica.

Las competencias en ciencias naturales y educación ambiental muestran un desarrollo significativo luego de la aplicación de la intervención didáctica, referente al desempeño en las preguntas del pos-test en contraste con el pre-test. Se constató que, en promedio, el desempeño para “identificar condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas” (MEN, 2005) valorado en el pos-test, se incrementó en 24% respecto al porcentaje de acierto en cada pregunta valorada inicialmente en el pre-test, es decir, para el pos-test se asume una proporción de 53% de acierto en las preguntas. De la misma manera se evidencia que la acción de pensamiento (Tabla 1) mejor valorada presenta un desempeño igual a 71%, indicando un avance significativo en el dominio en los conceptos de redes tróficas y pirámides ecológicas.

El prototipo living machine, entendido como un ecosistema modelado (Velásquez, 2013), permite la articulación de un laboratorio de aula que facilita la asimilación de conceptos relacionados con redes tróficas y pirámides ecológicas de una manera práctica, vivencial y contextualizada al entorno estudiantil. Esto permitió al educando desarrollar sus habilidades para predecir y justificar efectos ecosistémicos a partir de la observación de los procesos biológicos del flujo de energía y las alteraciones ambientales causadas por la acción humana, mejorando sus conocimientos básicos y fomentando las posturas crítico-reflexivas.

Este sistema logró movilizar los intereses de los estudiantes entorno a los ecosistemas, convirtiéndose en un modelo que generó motivación y gracias a ello permitió una asimilación significativa del eje temático (Jiménez, 2010), desarrollando competencias en ciencias naturales y educación ambiental, en el marco de diversas acciones de pensamiento de los Estándares Básicos de Competencia para grado séptimo y promoviendo la construcción de argumentos fundamentados en las conclusiones sustentadas en el uso de pruebas para generar justificaciones desde los conocimientos básicos.

Para el presente estudio, se valida la hipótesis afirmativa, dado que la intervención didáctica basada en el prototipo *Living Machine* con enfoque en el dominio teórico-práctico de las relaciones tróficas y pirámides ecológicas, promueven el desarrollo de las capacidades argumentativas utilizando las competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y generando sensibilidad ambiental en los estudiantes de grado séptimo uno de la I.E. Ciudadela del Sur. Esto se corroboró al evidenciar que el nivel argumentativo promedio aumento de 3.3 puntos en el pre-test a 7.7 en el pos-test, lo que sugiere un incremento de 133% respecto a las condiciones iniciales de los educandos.

De igual forma, las respuestas correctas en los test, pasaron de 29% en el momento inicial, a 53% en el momento final, mostrando un desarrollo conceptual frente a las redes tróficas y pirámides alimenticias del 24% por parte de los estudiantes.

Como experiencias significativas en el aula, esta intervención didáctica desarrollo en el docente investigador reflexiones profundas sobre las ventajas de incluir en los currículos pedagogías activas basadas en las competencias científico-ambientales, al evidenciar la motivación y el gusto con el cual los educandos se aproximaban a los conocimientos científicos a través del trabajo práctico en la living machine.

A su vez, el docente investigador evidenció los beneficios del diseño y la implementación de secuencias didácticas que generen capacidades argumentativas en los educandos para el dominio conceptual de diversos ejes temáticos de las ciencias naturales, y puntualmente, sobre la adquisición de conocimiento científico referente a las redes tróficas y pirámides ecológicas.

Se reporta empatía por parte del docente investigador frente a la sensibilización ambiental originada en los estudiantes de grado 7.1, desde el trabajo en la secuencia didáctica y la living machine, al mostrar sentimientos y sentido crítico- reflexivo frente a los agentes contaminantes que afectan los ecosistemas acuáticos de la región.

4.2 Recomendaciones para futuras investigaciones

Desde el presente trabajo investigativo, con modelos tangibles para el desarrollo de las capacidades argumentativas, competencias en ciencias naturales y educación ambiental y sensibilidad entorno al ambiente, en relación al trabajo constructivista y colaborativo, se recomienda:

Fomentar la participación de los estudiantes en la selección de los ejes temáticos y las herramientas para alcanzar las competencias que se buscan.

Utilizar modelos, entendidos como productos tangibles, que logren un acercamiento práctico a los postulados teóricos.

Incorporar las TIC en el aula para facilitar los procesos de conceptualización teórica y la labor docente, garantizando una conectividad adecuada en la institución educativa.

Al trabajar con modelos en el aula, se debe tener una planeación efectiva y disponer de recursos suficientes antes de iniciar la intervención, en cuanto espacio, tiempo, conectividad, recursos financieros y humanos, entre otros, para articular los proyectos de una forma eficiente y no incurrir en gastos innecesarios.

Realizar evaluación formativa constante para identificar falencias oportunamente y poder abordarlas de manera eficiente en las diferentes etapas de la intervención

Generar ayudas ajustadas permanentemente, en pro de responder a las necesidades que se van evidenciando en el transcurso de la intervención.

Enmarcar la intervención didáctica, referente a los contenidos y los recursos, en el contexto de los educandos, para potencializar las competencias a desarrollar.

Tener en cuenta los pre-saberes, las motivaciones, los intereses y las necesidades de los educando para la articulación de la intervención didáctica entorno a las competencia que se pretende desarrollar.

En cuanto al trabajo con la living machine se recomienda:

El prototipo debe estar ubicado bajo techo, pero con suficiente disponibilidad de luz solar

Trabajar con “Mini-livings”, ya que generan un sentido de pertenecía y apropiación que le permite a los educandos afianzar las habilidades y competencias buscadas.

Contar con todos los insumos necesarios para su construcción y funcionamiento, así como un plano donde se evidencien todos los aspectos relevantes para su función pedagógica, antes de su puesta en marcha.

Permitir que los estudiantes se adueñen del dispositivo.

Apoyarse en las ideas de los estudiantes frente al diseño, inoculación y actividades a desarrollar en ellas. Se verá gratamente sorprendido.

Investigar, innovar, proponer, experimentar, observar, es decir, jugar con ella.

5. Referencias Bibliográficas

Adúriz-Bravo, Agustín, & Izquierdo-Aymerich, Mercè. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, (esp), 40-49. Recuperado en 13 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662009000100004&lng=es&tlng=es.

Arias, A; Quintero, E & Sandoval J, (2009). Relación entre proporcionalidad cerebral triádica y el rendimiento académico de los estudiantes. Tesis de grado magister en educación y desarrollo humano Universidad de Manizales. Sabaneta: Colombia. Recuperado de: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1364/Arias_Villa_Adriana_2009.pdf?sequence=1

Baptista, P.; Fernández C.; & Hernández, R. (2006). *Metodología de la investigación*. (4ta Ed.). México D.F: McGraw Hill inc.

Brunner, J.J. (2000). *Educación: escenarios de futuro*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2016 de: <http://es.slideshare.net/natiencina/escenarios-de-futurobrunner>

Camargo, P., (2014, 13 de agosto). Las TIC como herramientas facilitadoras en la gestión pedagógica. *Universidad Tecnológica de Bolívar, Boletín Informativo 06*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/cristiancamillosolef/las-tic-como-herramientas-facilitadoras-en-la-gestin-pedaggica>

Carrillo Chica, E. (2004). *Contextos Naturales 7: Edición estudiante*. (1ra ed.). Bogotá D.C: Santillana.

Chamizo Guerrero, J. A. (2007). *Historia y epistemología de las ciencias, las aportaciones de toulmin a la enseñanza de las ciencias*. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

De Gregori, W., (1999). *En busca de una nueva noología*. Estudios Pedagógicos Valdivia, N° 25, p. 71-82. Recuperado el 15 de noviembre de 2016 de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07051999000100004>

García Fraile, J.A., Tobón, S. & Pimienta, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/287206904_Secuencias_didacticas_aprendizaje_y_evaluacion_de_competencias/links/567387b708ae04d9b099dbb1.pdf

González, J., Sánchez, L., & García, Á. (2013). La Argumentación como Vía para la Mejora del Aprendizaje de las Ciencias. Un estudio desde las problemáticas ambientales. Girona, España. Recuperado de: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj6sIOBnrrXAhVFTCYKHcB8Bs8QFggI/MAA&url=http%3A%2F%2Fwww.raco.cat%2Findex.ph>

p%2FEnsenanza%2Farticle%2Fdownload%2F307319%2F397293&usg=AOvVaw3a4O10-cgTR_6jl2telqUW

Gutiérrez Giraldo, M.C., & Zapata Saldarriaga, M.T. (2009). *Los proyectos de aula: Una estrategia pedagógica para la educación*. (1ra Ed.). Bogotá D.C., Colombia: Red Alma Mater.

Herrera, M.C. (1993). *Historia de la educación en Colombia la republica liberal y la modernización de la educación: 1930-1946*. Revista colombiana de educación, 129, (26), 97-124. Recuperado el 3 de Junio de 2016 de la base de datos IRESIE.

ICFES & MEN, (2016). Banco de preguntas pruebas Saber 2016. Colombia. Recuperado de: <http://icfesinteractivo.info/preguntas-ciencias-naturales/>

ICFES & MEN, (2016). Resultados prueba saber de la Institución Educativa Ciudadela del sur 5° y 9°. Colombia. Recuperado de: <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteSedeJornada.aspx/>

ICFES & MEN, (2016). Guía de Interpretación y Uso de Resultados de las pruebas Saber 3°, 5° y 9°. Bogotá D.C: Colombia. Recuperado de: [http://portal.icfes.s3.amazonaws.com/datos/guiasCognitivo/Orientaciones para la Lectura de Resultados de Establecimientos Cognitivo.pdf](http://portal.icfes.s3.amazonaws.com/datos/guiasCognitivo/Orientaciones_para_la_Lectura_de_Resultados_de_Establecimientos_Cognitivo.pdf)

ICFES & MEN, (2017a). Informe nacional de resultados. Colombia en PISA 2015. Bogotá D.C., febrero de 2017. Recuperado de: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjV-PXi1r3XAhVJPCYKHS00BwkQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.icfes.gov.co%2Fen%2Fdocman%2Finstituciones-educativas-y-secretarias%2Fevaluaciones-internacionales-investigadores%2Fpisa%2Fpisa-2015%2F2934-informe-nacional-pisa-2015%2Ffile%3Fforce-download%3D1&usg=AOvVaw20I2yKuNPSNY42T2OCYyhJ>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa, INEE (2015). Preguntas PISA biología liberas. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España (2015). Recuperado de <http://educalab.es/inee/evaluaciones-internacionales/preguntas-liberadas-pisa-piaac/preguntas-pisa-ciencias/biologia>

Jiménez Aleixandre, María P. (2010). 10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.

Malla Curricular I.E. Ciudadela del Sur - Armenia. (2016). Recuperado el 04 de Octubre de 2016 de: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RELuhsi8SdOmI7WFmrCqp_1uZx0ODMZwr079t7OyReE/edit?usp=drive_web

MEN (2005). *Estándares básicos de competencias en Ciencias sociales y Ciencias Naturales*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, del sitio web del Ministerio de Educación Nacional: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf

MEN, (2010). Una mirada a partir de tres ejes de transformación. *Altablero*, (56). Recuperado el 28 de Mayo de 2016, de: <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-242092.html>

Ocean Arks International and Marc Companion (1999). Classroom Eco Machine Owner's Manual. Falmouth: USA. Recuperado de: <https://ecoed.wikispaces.com/file/view/EcoMachineOwner%27sManual.pdf>

Plan Educativo Institucional (PEI) I.E. Ciudadela del Sur - Armenia. (2012). Recuperado el 23 de Abril de 2016, de: <http://www.ieciudadeladelsur.edu.co/images/Documentos/pei%202012.pdf>

Rojas Vinasco, W. (2016). *Modelos de argumentación en el aprendizaje de la transmisión del impulso nervioso*. Tesis de postgrado no publicada. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Recuperado el 27 de octubre de 2016, de <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/0B4X6Ni93AxV7d29zLWZNY0dqTQ>

Sanmartí Puig, N., & Sardà Jorge, A., (2000). *Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias*. Universidad Autónoma de Barcelona UAB. Barcelona, España.

Sanmartí, N. (2000). *El diseño de unidades didácticas*. Universidad Autónoma de Barcelona: España.

Sanmartí, N.; Pipitone, C. y Sardà, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1722-1727

Todd, J; Josephson, B, (1996). The Desing of living technogies for waste treatment. Ocean Arks International. Falmouth, USA:1996.

Unesco. (2001). Balance de los 20 años del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe. *Séptima Reunión del Comité Regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 23 de mayo de 2016, de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001354/135468s.pdf>

Velázquez, A. (2013). *“living machine” como una herramienta práctica para la educación ambiental*. Tesis de pregrado no publicada. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4114/1/3337071V434.pdf>

ANEXOS.

Anexo 1. Instrumento para la recolección de información (Pre-test, Test de Tri-inteligencia y Pos-test)

Debido a que estos instrumentos fueron trabajados mediante la herramienta TIC`s, se considera prudente el análisis de los mismos desde el link con el cual se presentaron dichos cuestionarios.

https://drive.google.com/drive/folders/1IeHS9z2hXbVE66R6_vcF4fVd2nisbyWs?usp=sharing

Anexo 2. Test de caracterización de estilos de aprendizaje teoría tricerebral (Waldemar De Grégori).

PASOS PARA SU APLICACIÓN




1. Lea con los estudiantes cada uno de los ítems a evaluar, pidiéndoles que los respondan lo más sinceramente y que los resultados obtenidos **NO SON CALIFICABLES**. Se evaluará cada apartado con la siguiente escala de puntuación (escríbala en el tablero). La valoración debe escribirse dentro de la figura geométrica que se encuentra al frente del ítem leído:

- 5: Si lo hace siempre
- 4: Si lo hace casi siempre
- 3: Si lo hace algunas veces
- 2: Si lo casi nunca lo hace
- 1: Si nunca lo hace

2. Suma los puntajes obtenidos de acuerdo a cada figura geométrica, los puntajes ubicados en los cuadrados por un lado, los puntajes asignados en los triángulos por otro y los ubicados en los círculos en otro.

3. Si se obtuvieron 2 puntajes similares o cuya diferencia es 1, estos se anulan y se tomará como referencia para la evaluación el otro puntaje obtenido. Si la diferencia es superior a 7, puede existir un problema de aprendizaje, al igual que si los 3 puntajes obtenidos son iguales.

4. Los estudiantes podrán ubicarse inicialmente en uno de estos 3 estilos de aprendizaje:

-  = Lógico – matemático, cerebro izquierdo
-  = Emotivo – creativo, cerebro central
-  = Operativo – instintivo, cerebro derecho

5. Describir los principales aspectos de cada uno de los estilos de aprendizaje. El test si se responde adecuadamente tiene un nivel de confiabilidad cerca del 95% y permite comprender cómo aprenden los estudiantes y cuál es nuestro propio estilo de aprendizaje.

CEREBRO IZQUIERDO: Aprende viendo del tablero, se fundamenta en la teoría, es organizado, sistemático, algorítmico, investigador, terco, generalmente cree tener la razón, tiene facilidad de hablar en público, tiene facilidad con los números, tiene dificultad para expresar sus sentimientos, lógico, racional, abstracto, cronológico, alerta, Vigilante, crítico (a veces criticon), investigador, visual, lineal, se viste generalmente con colores opacos y le gusta verse bien, es individualista. Requieren instrucciones claras y precisas.

CEREBRO DERECHO: Es sensible, cree en fetiches, tiene dificultades con el manejo del dinero, le gustan los colores y la música, se deja llevar por la intuición y no la lógica, se pone con facilidad en los zapatos del otro, aprende haciendo cosas, holístico, emocional, sensorial, tiene buena ubicación espacial y le encanta el baile, es espontáneo, libre – asociativo, le gusta el trabajo en equipo, artístico, contemplativo, sonoro, no lineal. Requieren “conectarse” emocionalmente con el área o asignatura.

CEREBRO CENTRAL: Aprende escuchando, le gusta liderar procesos, es concreto, administra bien su dinero con tendencia a ser tacaño, es emprendedor, agresivo para la convivencia, quiere tomar siempre decisiones y mandar, trabajador, profesional, negociante, planeador, político, mercader, administrador y regulador. Requieren que les asignen funciones de liderazgo y compromiso.

6. Se pueden presentar dominancias combinadas, ya que el segundo puntaje indica alguna incidencia en la primera: izquierda-central, derecha-central, izquierda-derecha, central-izquierda, central-derecha, derecha-izquierda. Los estudiantes pueden consultar sobre las mismas y discutir posteriormente sobre ellas y la necesidad de potenciar la dominancia cerebral donde tiene debilidades.

7. En el listado adjunto ubica a cada estudiante según su primera dominancia y segunda dominancia y haga llegar copia de la misma a la Coordinación Académica.

Preguntas de reflexión: ¿Cuál es mi estilo de aprendizaje? ¿Enseño en mis clases de acuerdo a mi estilo de aprendizaje? ¿Cómo puedo ajustar mis estrategias para que puedan los estudiantes mejorar sus niveles de aprendizaje en mi área de desempeño?

TEST DE CARACTERIZACIÓN TEORÍA TRICEREBRAL (Waldemar De Grégori).

CT - REVELADOR DEL COCIENTE TRICEREBRAL (para 1º grado)

Evalúese con notas de 1 (mínimo) hasta 5 (máximo) y escribalas dentro de la figura que le corresponde

01	Si veo o escucho algo, trato de observar bien, me preocupo de entenderlo bien?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	Me gusta crear actividades y organizar el grupo para trabajar junto?		△	
03	En cuanto a religión, tengo fe en algo, sé crear oraciones y lo hago?			○
04	Soy alegre, me gusta jugar, echar chistes, reírme?			○
05	Sé discutir, defenderme con ideas y palabras, sin pelear?	<input type="checkbox"/>		
06	Me sucede mucho adivinar lo que va a pasar?			○
07	Sé querer a la gente, y sé hacerme querer?			○
08	Me gusta hacer muchas preguntas?	<input type="checkbox"/>		
09	Cuando hablo, me acompaño con gestos de rostro, manos y cuerpo?			○
10	Sé ponerme en la situación de otras personas y sentir lo que sienten ellas?			○
11	Logro percibir pronto lo cierto y lo errado en mi, en mi casa y en el aula?	<input type="checkbox"/>		
12	Cuando preguntan "qué pasó en el aula" sé contar todo con punto y pelos?	<input type="checkbox"/>		
13	En mis compras o trueques sé conseguirme ventajas?		△	
14	Me complace estar buscando maneras nuevas de hacer o arreglar las cosas?			○
15	Pienso mucho antes de meterme a hacer algo?	<input type="checkbox"/>		
16	Me gusta estudiar y aprender siempre?	<input type="checkbox"/>		
17	Hago trabajos manuales bien hechos?		△	
18	Puedo prestarle atención al aula todo el tiempo?		△	
19	Organizo y cuido bien mis libros, mis juguetes, mis cosas?		△	
20	Me gusta vestirme bien y arreglarme bien?			○
21	Me esfuerzo bastante para vencer en las competencias o para ganarle a los otros?		△	
22	Cuando percibo algo errado, soy capaz de apuntarlo, criticarlo, exigir la verdad?	<input type="checkbox"/>		
23	Cuando quiero algo, sé luchar hasta conseguirla?		△	
24	Me dedico a pensar qué será de mi vida de aquí a 10 ó 20 años?			○
25	Sé lidiar bien con videogame, con aparatos de sonido, con control remoto?		△	
26	Me gusta estar ocupado, hacer cosas, ayudar en casa?		△	
28	Me gusta sacar cuentas, guardar números de memoria, estudiar matemáticas?	<input type="checkbox"/>		

INTENSIDAD: | Inferior | media | superior | genial |
 9 27 28-34 35-39 40-45

TOTAL ☐ △ ○

Ley de la Proporcionalidad: lados con menos de 2 puntos de diferencia se anulan; con diferencia mayor que 7 el mayor anula el menor.

Anexo 3. Secuencia didáctica referente a redes tróficas y pirámides ecológicas basada en el prototipo living machine.

NOMBRE DE LA SECUENCIA:	¿Se transforma la energía en los ecosistemas?		
ÁREA:	Ciencias naturales	GRADO: Séptimo Uno	
NUMERO DE SESIONES:	4	NUMERO DE HORAS:	
NUMERO DE ESTUDIANTES:	38		
DOCENTE:	Jhon Valmer Marulanda Betancourt		

LOS SABERES

DESCRIPCION	<p>La presente secuencia tendrá como fundamento conceptual los ecosistemas. Se profundizara en las diferentes relaciones tróficas que se dan al interior de un ecosistema, tales como cadenas alimenticias y sus eslabones, las pirámides alimenticias, los flujos de energía y alteraciones en ecosistemas y sus efectos en las cadenas alimenticias. Además se estudiara en detalle los efectos de las actividades humanas en el ambiente cercano a los estudiantes.</p> <p>Se busca alcanzar incremento en el nivel argumentativo de los estudiantes mediante la explicación fundamentada de varios conceptos y fenómenos frente a los ecosistemas de su contexto.</p> <p>Se empleara un prototipo de ecosistema modelado denominado <i>Living Machine</i> para realizar la intervención de una manera vivida y práctica.</p>		
SABERES	Conceptuales	Procedimentales	Actitudinal
	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos generales de ecosistemas • Relaciones Intraespecíficas • Relaciones interespecíficas • Estructura trófica de los ecosistemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar modelos de ecosistemas a escala • Experimentar con diferentes sustancias contaminantes • Diligenciamiento de bitácora por grupos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Consciencia y criterio ambiental • Trabajo en equipo • Responsabilidad

OBJETIVO GENERAL	Al finalizar la secuencia didáctica, los estudiantes del grado 7.1, estarán en capacidad de generar argumentos en los que se encuentran una o más ideas o explicaciones causales (hipótesis o conclusiones), sustentadas en pruebas (hechos, observaciones, experimentos) o datos hipotéticos (suministrados) u empíricos (recuperados o movilizados) frente a las relaciones tróficas que se dan en los ecosistemas con una mirada crítica sobre el impacto que el ser humano genera en las mismos, mediante la observación, experimentación, identificación y comparación en un ecosistema modelado llamado <i>living machine</i> ; además registro de datos verificación de los resultados para aproximarlos al conocimiento científico.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS (DE APRENDIZAJE)	<ul style="list-style-type: none"> • Al finalizar la sesión: ✓ Evidenciar capacidades argumentativas adquiridas mediante el uso de pruebas y/o conclusiones para dar explicación a fenómenos y procesos evidenciados en la <i>living machine</i> por parte de los estudiantes. ✓ Promover el dominio conceptual sobre los ecosistemas y específicamente sobre las cadenas tróficas y su vulnerabilidad. ✓ Fomentar la conciencia ambiental en los estudiantes mediante la experimentación con algunos contaminantes. 	
ESTANDAR	Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.	
ACCIONES DE PENSAMIENTO Y PRODUCCION	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Me aproximo al conocimiento como científico natural. ✓ Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas. ✓ Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables). ✓ Sustento mis respuestas con diversos argumentos. ▪ Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales. ✓ Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos. ✓ Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. ✓ Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud. ▪ Desarrollo compromisos personales y sociales. ✓ Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. ✓ Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno. 	
EVALUACION	Desempeño	Formas e instrumentos
	<ul style="list-style-type: none"> • Articula los conocimientos adquiridos con el contexto cotidiano 	Carpeta del grupo para el registro del desarrollo de las actividades, evidencias de observaciones realizadas en la <i>Living</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • Formula preguntas sobre las observaciones que hace sobre los experimentos. • Argumenta sus ideas y conceptos como mínimo con bases teóricas o pruebas. 		<i>Machine</i> , diseño y experimentación en modelos, explicación empírica y fundamentada de fenómenos biológicos, predicciones, resultados e interpretación, formulación de preguntas.	
SESIONES con base en preguntas que orientarán cada sesión	1	2	3	4
	¿Cómo fluye la energía en un ecosistema?	¿Cómo se forman las redes tróficas?	¿Qué requieren las redes tróficas para subsistir?	¿Los humanos afectamos las redes tróficas?

SESION 1. OBSERVACIÓN Y EXPLORACION DE CONCEPTOS				
PREGUNTA GUIA: ¿Cómo fluye la energía en un ecosistema?				
OBJETIVO	Comprender la forma en que los seres vivos obtienen la energía necesaria para subsistir en un ecosistema acuático.			
Indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> - Demuestra conocimiento previo sobre redes tróficas - Registra sus observaciones e ideas frente al prototipo Living Machine - Produce razones básicas frente a los cuestionamientos propuestos en clase. 			
DURACION	4 horas de clase (55 minutos)			
ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	Visita grupal a la huerta de la institución para observar la Living Machine, Trabajo individual, trabajo en equipo (6 integrantes)			
Tiempo (Minutos)	Objetivos de la actividad	Desempeño docente	Desempeño estudiante	Materiales
110	Dar a conocer el prototipo “Living Machine” a los estudiantes mientras confronta sus conceptos previos frente a las redes tróficas.	Exponer la introducción a la secuencia, sus normas, sus objetivos principales y la manera en que se realizara el trabajo. Conformación de los grupos de trabajo de acuerdo al test de Tri-inteligencia y se asignan los roles. Propone la Ficha No. 1 para ser desarrollada: en primera instancia se realiza trabajo individual en el aula respondiendo las cuestiones iniciales y en segundo lugar se guía a los estudiantes para visitar la Living machine y realizar las observaciones pertinentes.	Escucha atento la introducción y a las actividades planteadas por el profesor. Observación de la living machine y producción de ideas previas. Participación activa en el desarrollo de la clase.	“Living Machine” Ficha No. 1 Útiles Escolares
110	Introducción al concepto formal de redes tróficas y living machine	<p>Se dirige la actividad para que los estudiantes formen la pirámide trófica, según el aporte de energía de cada uno de las poblaciones.</p> <p>Se orienta frente las dudas y se socializa las respuestas dadas por los estudiantes.</p> <p>Se expone mediante presentación de videos el concepto de redes tróficas con sus componentes.</p>	<p>Trabajo grupal.</p> <p>Participación activa en la realización de la ficha número 1.</p> <p>Contestan preguntas del docente y participar en la socialización.</p>	<p>Tapas</p> <p>Cartulina</p> <p>Útiles escolares</p> <p>Ficha No. 1</p> <p>Computadores</p>

FICHA No. 1
(4 Horas de clase)

Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: _____ **Logística:** _____

Secretario 1: _____ **Secretario 2:** _____

Expositor 1: _____ **Expositor 2:** _____

A observar (Finalicen en 2 horas de clase):

1. Responde las siguientes preguntas:

- ¿Podría vivir independientemente algún ser vivo, sin tener ninguna relación con otro?: _____

¿Qué piensas que le ocurriría si un individuo es aislado de otros seres vivos? ¿Porque? _____

El coordinador del grupo dirige una discusión frente a las diferentes opiniones de cada uno y realiza un resumen que será consignado en el cuaderno de campo por el secretario.

2. Realiza la siguiente tabla al observar el Prototipo (Si necesita más espacio, continua detrás de la hoja):

Organismos	Cantidad aproximada	Organismos con los que interactúa	Nombre Real

3. De regreso en aula, Respondemos las siguientes cuestiones:

A) ¿Qué nombre le colocarías a este sistema? _____

B) ¿A qué se parece? ¿Qué razones tienen para pensar eso?

C) ¿Qué partes le colocarían o le quitarían al sistema? ¿Por qué?

D) ¿Cómo crees que recibe alimento el sistema?

E) Escribe 5 semejanzas y 5 diferencias entre el prototipo observado y un río:

Semejanzas	Diferencias

El coordinador, con ayuda de los demás, debe seleccionar las respuestas mejor justificadas y consignarlas en el cuaderno de campo. Posteriormente,

Para finalizar los dos expositores de cada grupo socializan las respuestas y observaciones obtenidas. Se discute frente a las diversas opiniones mediante un conversatorio.

A continuación emplea los materiales que se suministraron para realiza la siguiente actividad:

1. El encargado de logística reparte equitativamente los materiales de trabajo en el grupo.
2. Utilicen la tabla anterior para recordar los seres vivos que encontramos en la Living Machine. A su vez determina que organismos están presentes en mayor cantidad.
3. Teniendo en cuenta la información anterior, realice dibujos de los seres vivos en los recortes de cartulina de la siguiente forma:
 - Los organismos productores con mayor cantidad en la Living machine: 5 Copias
 Hasta mayor algas – Gupis -
 - Los organismos consumidores con menor cantidad presente en la Living Machine: 1 Copia
 Coloreen cada uno de ellos. El coordinador del grupo distribuye equitativamente esta labor entre los integrantes del grupo.
4. Se procede a pegar cada imagen en una tapa de gaseosa de manera que estas se puedan apilar una sobre otra.
5. Ahora formaran una pirámide con las tapas según el criterio lógico al que llegue en consenso el grupo. Tengan presente las indicaciones conceptuales entregados por su profesor.
6. Responde en tu cuaderno las siguientes cuestiones:
 - a) ¿Por qué la mayoría de individuos se encuentran en la base de la pirámide?

- b) ¿Por qué razón a medida que se escala en la pirámide hay menos individuos en los niveles?

- c) ¿En qué nivel crees que hay mayor cantidad de energía? Entrega 3 razones de tu respuesta.

- d) ¿Se perjudica más un ecosistema si desaparecen sus productores o sus consumidores? Entrega 3 razones de tu respuesta.

- e) Retiremos las tapas de la mitad de la pirámide, ¿Qué sucede con la red trófica?

Por último los expositores relatan en el grupo las mejores respuestas y se realiza un consenso para posteriormente consignar diligenciar la ficha.

Ahora sigue la “Guía Conceptual Nro. 1” presta atención a la explicación de tu profesor.

Responde en tu cuaderno:

¿Podrías explicar cómo fluye la energía en los ecosistemas?

TAREA: Por favor, observar el siguiente video en YOUTUBE:

<https://www.youtube.com/watch?v=GjHgD37ygWY>

Clave: Tramas = Redes

Con la información, debes realizar un mapa conceptual sencillo de los conceptos vistos en el video.

SESION 2. Construcción de las Mini-living				
PREGUNTA GUIA: ¿Cómo se forman las redes tróficas?				
OBJETIVO	Evidenciar la importancia de cada uno de los nodos (eslabones) y componentes en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos.			
Indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> - Entiende la función de cada población en las redes tróficas - Elabora un prototipo Living Machine en pequeña escala - Proporciona justificaciones frente a la construcción del prototipo. 			
DURACION	6 horas de clase (55 minutos)			
ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	Explicación conceptual y procedimental, trabajo por equipo practico en el aula, Visita por equipo de trabajo a la huerta de la institución para tomar muestras de la Living Machine, puesta en funcionamiento y estabilización de los prototipos, Trabajo individual, trabajo en equipo (6 integrantes)			
Tiempo (Minutos)	Objetivos de la actividad	Desempeño docente	Desempeño estudiante	Materiales
220	Construcción de prototipos de la "living machine" a pequeña escala y toma de muestras de la living	<p>Dar apertura a la sesión dos, cambiar los roles en los equipos de trabajo y recoger algunas sugerencias para las futuras sesiones.</p> <p>Se suministra la ficha Nro. 2 a cada integrante del grupo para su desarrollo.</p> <p>Dirección y apoyo constantemente en el proceso de construcción y toma de muestras.</p>	<p>Trabajo grupal.</p> <p>Participación activa en la realización práctica de la ficha número 3.</p> <p>Desarrollan actividades de argumentación frente la actividad realizada</p>	<p>Útiles escolares</p> <p>Ficha No. 2</p> <p>Materiales sumistrados</p>
110	Apropiación de conceptos básicos de las redes tróficas y argumentación	Se da inicio al exponer en forma lúdica (utilizando TIC's y guía conceptual) los nodos de las redes tróficas y las condiciones generales que necesita un ecosistema acuático para subsistir y adicionalmente bases de argumentación para mejorar sus razonamientos respecto a la sesión anterior.	<p>Escucha atento la introducción y a las actividades planteadas por el profesor.</p> <p>Toma apuntes frente a los conceptos entregados.</p> <p>Participación activa en el desarrollo de la clase.</p>	<p>Útiles Escolares</p> <p>Video Beam</p> <p>Computadores</p>

FICHA No. 2
(6 Horas de clase)

Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: _____ **Logística:** _____

Secretario 1: _____ **Secretario 2:** _____

Expositor 1: _____ **Expositor 2:** _____

A construir Las Mini Livings!

Ahora realizaran la construcción de sus propios modelos de Maquina Viva. Para ello vas a necesitar los siguientes materiales (suministrados por el profesor):

Motor de acuario Tabla de triplex 50x50 cm 8 Amarras Plásticas Pintura de agua y Pincel 30 cm de Manguera delgada	4 botellas grandes plásticas iguales (3 litros o más) 30cm de tubo para agua caliente 1 “T” para tubo de agua caliente 1 metro de Manguera gruesa 40 cm de alambre
--	---

Seguimos detalladamente el proceso de construcción y el responsable de llevarlo a cabo:

Estudiantes	Profesor
1) Los estudiantes se dirigen a la Living Machine a observar detenidamente sus partes, funcionamiento y demás. Deben tomar apuntes en sus cuadernos de ciencias.	1) Guía a los estudiantes frente al funcionamiento de la Maquina Viva.
2) De vuelta en el aula, el encargado de logística verifica tener todos los materiales necesarios para la construcción. Los secretarios copian el proceso en el cuaderno de campo (cuadro). Los demás integrantes se encargan de crear un logo para decorar su Living Machine.	2) Entrega los materiales a cada uno de los encargados de logística
3) El encargado de logística entrega las botellas al profesor para su adecuación, Los demás continúan trabando en las funciones anteriores.	3) Realiza los cortes correspondientes a las botellas plásticas (15 x 4 cm) y las perforaciones.
4) El encargado de logística entrega las tablas de triplex al profesor, los demás integrantes realizan trabajo de lavado y adecuación de botellas como lo indica el profesor.	4) Explica como adecuar las botellas y realiza las perforaciones necesarias a las bases de la living machine.
5) Decoran la tabla de triplex con el logo anteriormente creado, luego pegamos las botellas a la base con las amarras, como explica el profesor.	5) Guía el proceso
6) Se arma y fija el tubo de PVC para el goteo constante.	6) Guía el proceso
7) Cortar la manguera gruesa en 4 partes iguales de 25 cm.	7) Ayuda y guía el proceso
8) Ubicamos y aseguramos el motor y conectamos la manguera delgada al tubo de PVC.	8) Guía el proceso
9) Verificar todo el sistema y finalizar detalles	

Una vez finalizada la etapa de construcción de las “mini livings” vamos a entender la importancia de cada paso. Para esto completa el siguiente cuadro escribiendo en cada casilla la importancia de realizar dicho proceso para ayudar el funcionamiento de nuestros montajes:

Estudiantes	Profesor
1)	1)
2)	2)
3)	3)
4)	4)
5)	5)
6)	_____
7)	_____
8)	_____
9)	_____

Con la moderación del profesor, discutimos las diferentes respuestas en el aula. Un secretario consiga en el Cuaderno de campo los argumentos más sobresalientes frente a cada ítem.

Ahora... Vamos alimentar nuestras “Mini livings”:

Volvemos a la Living Machine para tomar muestras de todos los organismos y componentes necesarios para poner en marcha las “Mini Livings”.

El coordinador, un secretario y logística llevan un recipiente y reciben muestras por parte del profesor. Mientras, los dos expositores y un secretario responden las siguientes preguntas:

¿Es necesario o no que todos los organismos de la Living Machine se encuentren en las “Mini livings”?
¿Por qué?:

¿Qué le pasaría a los Guppys si no estuvieran presentes las plantas de la Maquina Viva?

-Los secretarios consignan sus respuestas y experiencias en el cuaderno de campo-

De vuelta en el salón, los expositores ponen en común las respuestas y seguimos las instrucciones del profesor y la intuición para alimentar el prototipo con las muestras que obtuvimos. Entre todos los grupos se generan consejos y ayuda para terminar la labor.

Disponen de 1 hora para finalizar.

Ahora tomen registros fotográficos y completen el siguiente cuadro:

Aspecto	Observaciones		
	Living Machine	Mini Livings	¿Qué sucederá?
Calidad del Agua			
Presencia de vida			
Partes de los prototipos			
Características de los sustratos			

En segundo lugar, Vamos a separar los organismos de la Living Machine según su nivel trófico, para ello, cada uno de realiza el siguiente cuadro:

	Nivel Trófico					
Organismo	1	2	3	4	Obtiene energía de:	Cede energía a:
Guppy						
Caracol						
Buchón						
Limpiador						
Rana						
Junco						
Musgo						
Algas – Cianobact.						

Clave: Nivel trófico 1 Productores, que fabrican su propio alimento
 Nivel trófico 2 Consumidores primarios, que consumen los organismos productores
 Nivel trófico 3 Consumidores Secundarios, Se alimentan de los dos anteriores (sucesivamente)
 Nivel trófico 4 Descomponedores, que consumen materia orgánica en descomposición.

Por último, Se explica el cuadro de registro y trabajaremos sobre la **Guía Conceptual Nro. 2**

Iniciamos entonces prestando atención al siguiente video y nos basamos en la guía conceptual y en la explicación del profesor para consolidar los conceptos vistos.

<https://www.youtube.com/watch?v=CTn3iFwX7Og>

En tu cuaderno responde esta pregunta:

¿Cómo se forman las redes alimentarias?

**Cuadro de registro de la
“Mini living”**

			Funcionamiento					
Obs.	Fecha	Pulso	Agua	Sustr.	Plantas	Animales	Montaje	Observación
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

Complete los registros según las observaciones que realice a su prototipo.

SESION 3. Mantenimiento de las Mini-living				
PREGUNTA GUIA: ¿Qué requieren las redes tróficas para subsistir?				
OBJETIVO	Entender el ciclo de energía que existe en los ecosistemas Acuáticos representados en pirámides tróficas y los niveles de organización.			
Indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> - Comprende la manera en que la energía pasa de un organismo a otro - Realiza el mantenimiento y las observaciones de la Mini Living - Produce argumentos y domina el concepto de cadenas tróficas. 			
DURACION	6 horas de clase (55 minutos)			
ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	Explicación conceptual en el aula, trabajo por equipo teórico - practico en el aula, mantenimiento, alimentación, Control y observación de los prototipos, Trabajo individual, trabajo en equipo (6 integrantes)			
Tiempo (Minutos)	Objetivos de la actividad	Desempeño docente	Desempeño estudiante	Materiales
110	Entregar conceptos teóricos frente a los flujos de energía y pirámides energéticas en los ecosistemas	<p>Dar apertura a la sesión tres, cambiar los roles en los equipos de trabajo y recoger algunas sugerencias para las futuras sesiones.</p> <p>Se realiza trabajo expositivo apoyado en videos que muestran los niveles y flujos de energía entre ellos.</p> <p>Se entrega la Guía Conceptual Nro. 3 y la Ficha Nro. 3 para ser discutida y resuelta en clase.</p>	<p>Presta atención a la exposición conceptual del docente</p> <p>Participación activa en la realización de la ficha número 4.</p> <p>Desarrollan actividades de argumentación frente la actividad realizada</p>	<p>Útiles escolares</p> <p>Video Beam</p> <p>Computador</p> <p>Ficha No. 3</p> <p>Papel Bond</p>
110	Argumentar frente los procesos de transito de energía por las mini-livings	<p>Se explica la forma de alimentar el ciclo del prototipo, al tiempo que se evidencia el consumo de un organismo a otro, notando el flujo de energía en las mini livings.</p> <p>Construye la pirámide alimenticia tomando las ideas que proponen los estudiantes.</p> <p>Se consolidan mediante discusión abierta los conceptos tratados</p>	<p>Escucha atento la introducción y a las actividades planteadas por el profesor.</p> <p>Toma apuntes frente a los conceptos entregados.</p> <p>Participación activa en el desarrollo de la clase.</p>	<p>Útiles Escolares</p> <p>Video Beam</p> <p>Computadores</p> <p>Papel Bond</p> <p>Fuentes alimenticias</p>

Ficha Nro. 3
(4 horas de clase)

Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: _____ **Logística:** _____

Secretario 1: _____ **Secretario 2:** _____

Expositor 1: _____ **Expositor 2:** _____

Por favor, preste atención a la instrucción del profesor, mientras estudia la **Guía Conceptual Nro. 3** referente a las Pirámides ecológicas de los ecosistemas.

Ahora, por grupo de trabajo seguimos el siguiente procedimiento:

- 1) En encargado de logística recoge los materiales y los distribuye en el grupo.
- 2) En el medio pliego de papel bond un secretario dibuja, con ayuda de los demás integrantes, la red trófica que le correspondió al grupo. (Especifique quienes son Productores, consumidores primarios, secundarios, terciarios y descomponedores)
- 5) Al finalizar la red trófica y cada uno de sus nodos, el grupo discute y cada integrante dibuja en el siguiente cuadro las tres tipos pirámides ecológicas que creen pertinentes, apóyense en la guía conceptual.

Pirámide Número	Pirámide de Biomasa	Pirámide de Flujo de energía

El otro secretario consigna estas tres pirámides en el cuaderno de campo.

Cuando ya hayan sido corregidas, los demás integrantes utilizan el medio pliego de papel bond restante para dibujar las tres pirámides.

6) Por último, los dos expositores y su grupo explican a los demás compañeros del aula su cadena trófica y las pirámides que le corresponden. Cada grupo cuenta con 5 minutos para exponer y debe explicar con claridad y suficiencia la red que les ha correspondido.

Ahora aprenderemos a mantener en funcionamiento nuestras mini livings:**LLUVIA DE IDEAS:**

Para esta actividad, el grupo discute en 5 min los posibles requerimientos que necesitan nuestros prototipos para seguir funcionando.

Deben intuir 5 requerimientos que necesitan las “Minilivings” para seguir operando.

El secretario copia las ideas en el cuaderno de campo

Los expositores comentan las respuestas y se produce un listado grupal de los requerimientos para que los prototipos perduren.

Adicionalmente cada grupo realiza un cronograma con los responsables de la alimentación semana tras semana a cargo del coordinador y el grupo en general debe diligenciar el Cuadro de Registro en cada visita.

Para finalizar, Realizaremos las pirámides ecológicas de nuestros prototipos, teniendo en cuenta que no todos los organismos de la Máquina Viva se encuentran en las “Minilivings”.

Para ello utilicen un cuadro similar al anterior.

Luego, con las fichas de los organismos hechas en la Sesión 1, cada grupo pasa al frente y ubica los organismos en la pirámide que el profesor dibujo en el tablero previamente.

El secretario número 2 copia en el cuaderno de campo la pirámide a la que se llegó al consenso.

Nota: Todos los integrantes del grupo deben prepararse para argumentar la posición de cada organismo.

En tu cuaderno responde esta pregunta:

¿Qué requieren las redes tróficas para subsistir?

SESION 4. Afectación de las Mini-living				
PREGUNTA GUIA: ¿Los humanos afectamos las redes tróficas?				
OBJETIVO	Evidencia las alteraciones en los ecosistemas acuáticos generadas por la intervención del ser humano			
Indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> - Comprende la importancia de la conservación de los ecosistemas acuáticos - Genera pulsos y describe consecuencias de los mismos en las “Minilivings” - Produce argumentos y se sensibiliza frente a las alteraciones ambientales. 			
DURACION	6 horas de clase (55 minutos)			
ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	Explicación conceptual en el aula, trabajo por equipo practico en las “Minilivings”, alteración por contaminantes, Control y observación de los prototipos, Trabajo individual, trabajo en equipo (6 integrantes)			
Tiempo (Minutos)	Objetivos de la actividad	Desempeño docente	Desempeño estudiante	Materiales
165	Experimentar en las “Minilivings” con casos contextualizados de alteración de ecosistemas acuáticos	<p>Se inicia al cambiar los roles en los equipos de trabajo y se inicia con la Ficha Nro. 4.</p> <p>Se propone discusiones direccionadas por el docente sobre la contaminación en los ríos y quebradas aledañas para formar casos contextualizados de contaminación.</p> <p>Se continua con la inoculación de sustancias anómalas en las “Minilivings” para identificar sus efectos y argumentar frente a ello.</p> <p>Se guían discusiones y se entregan conceptos útiles para propender posiciones.</p>	<p>Participación activa en la realización de la ficha número 4.</p> <p>Trabajo práctico y colaborativo en los prototipos y producción de argumentos frente a los resultados obtenidos.</p> <p>Presta atención a la exposición conceptual del docente y participa en clase frente a estas posturas.</p>	<p>Útiles escolares</p> <p>Video Beam</p> <p>“Minilivings”</p> <p>Ficha No. 4</p> <p>Sustancias contaminantes</p>
110	Argumentar la posición que se adopte frente al deterioro de los ecosistemas acuáticos.	<p>Se inicia con la contextualización y la puesta en común de los caso.</p> <p>Se propone que los estudiantes busquen formas para rechazar/defender sus posturas frente a estas alteraciones ecosistémicas.</p> <p>Se hace cierre de la secuencia.</p>	<p>Participación activa en el desarrollo de la clase.</p> <p>Toma posición frente a la problemática y la defiende activamente con argumentos.</p>	<p>Útiles Escolares</p> <p>Video Beam</p> <p>Computadores</p> <p>Papel Bond</p>

Ficha Nro. 4
(6 horas de clase)

Definamos los roles para esta sesión:

Coordinador: _____ **Logística:** _____
Secretario 1: _____ **Secretario 2:** _____
Expositor 1: _____ **Expositor 2:** _____

Observa, el siguiente video del Profesor Súper O:
<https://www.youtube.com/watch?v=OmV913CR3Sc>

Ahora, por favor propón 5 aspectos que te llamaron la atención del video y otros 5 con las que no y cópialas en el cuaderno de ciencias naturales.

Discutimos en el salón los aspectos, llegamos a consenso que entre los participantes y el secretario copia los argumentos más sobresalientes en el cuaderno de Campo

Entonces, ¿qué efectos tienen estos contaminantes en nuestros ecosistemas acuáticos?:

Para responder esta pregunta vamos a experimentar con las “Minilivings”.

1. Vamos a observar los siguientes videos de casos que han ocurrido u ocurren en Colombia y que generan contaminación en nuestros afluentes (Para ello cada grupo se ubica en un computador y observa el video que le correspondió):

Caso 1: Minería en Colombia <https://www.youtube.com/watch?v=gLC7FCY7Iqk>

Caso 2: Ahorro de agua <https://www.youtube.com/watch?v=ILnuJdRY0ZM>

Caso 3: Contaminación del Café https://www.youtube.com/watch?v=R_LVE4gg3rw

Caso 4: Derrame de hidrocarburos <https://www.youtube.com/watch?v=ckAPAEIbzmC>

Caso 5: Residuo de tu cocina <https://www.youtube.com/watch?v=ZRr8Ghc1pic>

Caso 6: Vertimientos de industrias <https://www.youtube.com/watch?v=JVpDfVpXAA0>

Repita el video cuantas veces necesiten

2. Ahora respondan:

Enuncia el/los contaminante(s) que pudiste apreciar en el video:

¿Quiénes los están generando?:

¿Qué sentimiento te genera el video que acabas de ver?¿Por qué?:

¿Qué efectos crees que tienen estos contaminantes en los ecosistemas acuáticos?:

Escribe 3 formas de ayudar a reducir el problema y explica porque razón serviría cada una de ellas:

a. _____

b. _____

c. _____

A continuación, procedemos a contaminar nuestras “minilivings” con las sustancias descritas en los casos vistos.

Primero vamos a escuchar atentos las indicaciones de seguridad del profesor

Importante: Por su seguridad, el profesor determinará las cantidades y realizará el Proceso de inoculación de los artefactos

Diligenciamos los cuadros de registros frente a la alteración y comenzamos hacer observaciones cada día de los efectos que se producen.

En próxima sesión responderemos algunas preguntas.

.....

4. Después de llevar el registro de sucesos de la “miniliving”, responde:

A grandes rasgos, describe como está tu prototipo:

Ahora, ¿Cómo te sientes frente a la contaminación que afecta tu prototipo? ¿Por qué?

¿Cuál es el efecto más incómodo que puedes observar? ¿Por qué te genera este sentimiento?

¿Qué harás para recuperarla?

Socializamos nuestras repuestas y el secretario consigna en el cuaderno de campo.

5. Cada grupo deberá hacer una pancarta en papel bond, donde escriba una frase “pegagosa” de protesta o informativa frente a la problemática que le correspondió. **Decórala muy bien**, con dibujos, recortes, etc.

Cada grupo se dirigirá a 3 grados diferentes y expondrá sus hallazgos y sentimientos frente a los sucesos ocurridos en su “miniliving” y como se comparan con las contaminaciones que diariamente afectan a nuestros ríos y quebradas. **(Deben prepararse muy bien para esta actividad)**

6. Por último, se harán observaciones periódicas hasta que los prototipos retomen su funcionamiento inicial. Completa el siguiente cuadro:

Estabilización final		
Se estabilizo el prototipo	SI	NO
Fecha de estabilización		Pasados ____ días
¿Qué se recuperó?	¿Qué no se ha recuperado?	¿Por qué?

Ahora, en su cuaderno de campo, concluyan frente a la experimentación y todo el proceso con sus artefactos. Socializamos y luego nos preparamos para la evaluación de conocimiento.

También se puede encontrar en:

<https://drive.google.com/drive/folders/1087jyBzwCP0t8SZQwZ7tm62LbVUw2VgR?usp=sharing>

Anexo 4. Guía conceptual (apoyo a la secuencia didáctica)

Guía Conceptual Nro.1 Redes Tróficas

Recuerda algunos términos:

Ecosistemas: es un sistema que está formado por un conjunto de organismos vivos (bióticos) y el medio físico donde se relacionan (abióticos).

Población: es el conjunto de organismos de la misma especie que viven en un lugar determinado y que poseen una serie de características propias

Factores bióticos: son la fauna y la flora. Incluyen a todos los seres que disponen de vida, ya sean plantas, bacterias, animales, y a los productos de estos organismos.

Factores Abióticos: que vienen dados por la influencia de los componentes físico-químicos del medio, es decir son todas aquellas variables que no tienen vida en un ecosistema.

¿Qué son redes tróficas?

También conocida como cadena alimenticia o cadena alimentaria, es la corriente de energía y nutrientes que se establece entre las distintas especies de un ecosistema en relación con su nutrición.

Componentes:

Componentes	Productores primarios, autótrofos		Depredadores y pecoreadores
			Descomponedores o degradadores
		Según forma de consumo	Parásitos y comensales
	Consumidores, heterótrofos		
		Según el nivel trófico	Consumidores primarios, los fitófagos o herbívoros
			Consumidores secundarios, los zoófagos o carnívoros
			Consumidores terciarios Descomponedores

Living Machine:

Es un prototipo creado en Estados Unidos para el tratamiento de aguas residuales diseñado para imitar las funciones de limpieza de los humedales o quebradas.

En el campo de la educación la -Living Machine- funciona como un ecosistema acuático simulado, donde se pueden observar múltiples variables y factores que permiten el funcionamiento de los ríos, quebradas y humedales de nuestro departamento.

En este caso, este dispositivo nos permite ver de manera vivencial las relaciones que hay entre las diferentes especies que habitan en ella y para notar las posibles alteraciones de su medio ambiente.

Organismos de la Living:

Plantas	Animales
Buchón de agua:	Guppy:
Junco:	Limpiador (negrito):
Pasto de humedal:	Sabaleta:
Lentejuela de agua:	Insectos:
Musgo:	Invertebrados:
	Rana:

Argumentación:

«Argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas», reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas.

Esto significa que cada vez que tenemos ideas, pensamos en algo en concreto o aprendemos algo nuevo, debemos tener pruebas para decir con certeza que eso es cierto o no lo es. Es básicamente hablar con respaldo a lo que decimos.

Guía Conceptual Nro. 2

Eslabones o Nodos

Retomamos de nuevo nuestro tema central, aprenderemos sobre los eslabones de cada red trófica y su componente determinado por el nivel que ocupa.

Se denomina **nivel trófico** a cada uno de los conjuntos de especies, o de organismos, de un ecosistema que coinciden por la posición o turno que ocupan en el flujo de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en las redes tróficas. En estos niveles encontramos:

Productores: Son los organismos autótrofos, aquellos organismos que producen materia orgánica, partiendo de materia inorgánica. Pueden hacerlo por medio de la fotosíntesis o de la quimiosíntesis. Son los primeros en la cadena trófica, los que reciben la energía desde fuera, los que la incorporan desde una fuente exterior y la ponen al alcance de la vida. Lo mismo ocurre con la materia, que incorporan como sustancias inorgánicas convirtiéndolas en sustancias orgánicas.

Ejemplo: _____ ¿Por qué? _____

Consumidores: Son los heterótrofos, aquellos organismos que fabrican su materia orgánica partiendo de la materia orgánica que obtienen de otros seres vivos; fabrican sus componentes orgánicos propios a partir de los ajenos. Se dividen en:

- **Consumidores Primarios:** Son aquellos que se alimentan directamente de los productores primarios. El concepto incluye tanto a los fitófagos (o herbívoros) que comen plantas o algas, como los parásitos, mutualistas y comensales que obtienen su alimento de ellas y otras maneras. Son los segundos en la cadena trófica, los que reciben la energía de los primeros (los productores primarios) y los que proporcionan energía a los terceros (los consumidores secundarios). Podemos encontrar en la living machine algunos ejemplos como _____ y _____. ¿Por qué crees eso?

- **Consumidores Secundarios:** Son los organismos que se alimentan de los consumidores primarios. Se llama específicamente zoófagos o carnívoros ya que se reciben materia orgánica de otros animales para fabricar sus propios tejidos.). Podemos encontrar en la living machine algunos ejemplos como _____ y _____. ¿Por qué crees eso? _____
- **Consumidores terciarios:** Se encuentran el tope de la red trófica siendo así los grandes depredadores. Estos tienen la posibilidad de consumir cualquier organismo que se encuentre por debajo en su red y por lo general no tiene depredador.

Descomponedores: En este caso, este tipo de individuos se especializan en consumir y descomponer toda la materia orgánica, es decir, son todos aquellos que se ocupan del aprovechamiento de la materia y de la energía que presentan los restos de animales y de plantas. Entre ellos se pueden encontrar _____ y _____. ¿Por qué? _____

¿Falta de un eslabón?:

En una cadena trófica, cada eslabón (nivel trófico) obtiene la energía necesaria para la vida del nivel inmediatamente anterior; y el productor la obtiene a través del proceso de fotosíntesis mediante el cual transforma la energía lumínica en energía química, gracias al sol, agua y sales minerales. De este modo, la energía fluye a través de la cadena de forma lineal y ascendente.

En este flujo de energía se produce una gran pérdida de la misma en cada traspaso de un eslabón a otro, por lo cual un nivel de consumidor alto (ej: consumidor terciario) recibirá menos energía que uno bajo (ej: consumidor primario).

Desaparición de un eslabón

Una cadena alimentaria en sentido estricto, tiene varias desventajas en caso de desaparecer un eslabón:

1. Desaparecerán con él los eslabones posteriores que dependan directamente del mismo, pues se quedarán sin alimento y sin la energía necesaria para sustentarse.
2. Se superpoblará el nivel inmediatamente anterior, debido a que ya no existen sus depredadores.
3. Se desequilibrarán los niveles inferiores y los niveles contiguos por la falta de competencia entre esa especie y la que compone el eslabón desaparecido.

Pasos para argumentar:

Para lograr argumentar (o dar razones con pruebas) de forma correcta y coherente, debemos entender muy bien los siguientes pasos:

Conocer del tema, Tomar posición a favor o en contra, Utilizar pruebas para darle poder a tu argumento.

Para ello desarrollemos el siguiente taller en línea: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41009470/helvia/aula/archivos/repositorio/0/192/html/recursos/U15/recursos/animacion_argu/es_animacion.html (fuente: Santillana En Red)

AHORA PODEMOS CONTINUAR EN LA FICHA 3

Guía Conceptual Nro. 3

Pirámides Tróficas

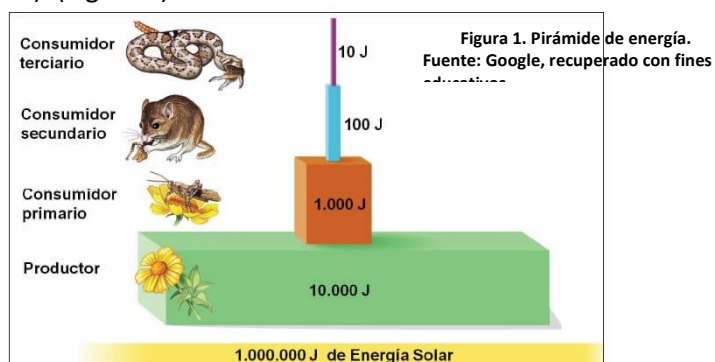
Una pirámide trófica es un modo de representar las relaciones tróficas de un ecosistema en el que cada eslabón o nivel trófico se representa con un rectángulo de área proporcional a la biomasa, al número de individuos del nivel. Así resulta que el primer nivel de productores se representa con un rectángulo más grande y el último con un rectángulo más pequeño porque tienen menos biomasa, o menor número de individuos. A diferencia de las cadenas tróficas, no especifica según especie o poblaciones determinadas, más bien, muestra la cantidad de poblaciones en total que hay en cada nivel trófico.

Tipos de pirámides

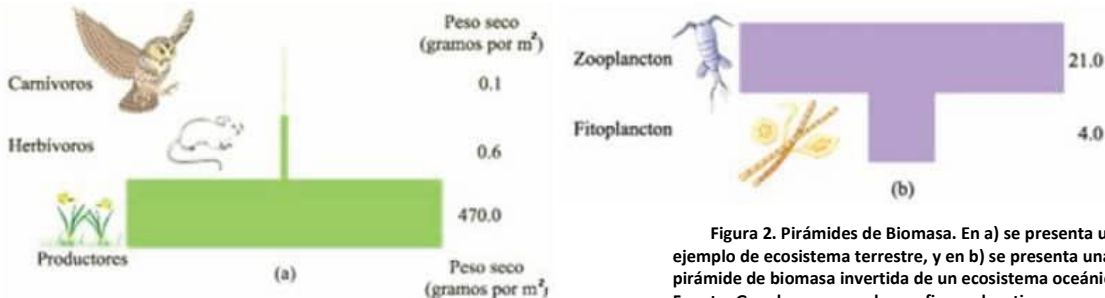
Observa con atención el siguiente video que te explicara los tipos de pirámides tróficas:

https://www.youtube.com/watch?v=DC9zr_oCMPM (Fuente: YouTube – Cristian Arevalo)

Pirámide de energía: Cada rectángulo representa la energía acumulada en ese nivel trófico. En estas pirámides el rectángulo que representa los productores es siempre el mayor y van haciéndose menores en los sucesivos niveles de consumidores. Nunca pueden estar invertidas, ya que, a partir de un determinado nivel trófico, sólo se transfiere una pequeña parte de energía al nivel superior (aproximadamente el 10%). (Figura 1)



Pirámide de biomasa: En estas pirámides, los rectángulos se construyen con los datos de la cantidad de biomasa (materia orgánica) de cada nivel trófico. En este tipo, la biomasa de un nivel puede ser superior a la del nivel inferior (pirámide invertida). Esto ocurre, por ejemplo, en los ecosistemas acuáticos, donde los productores (fitoplancton), en periodos breves, tienen poca biomasa pero crecen y se reproducen a gran velocidad. (Figura 2)



Pirámide de números: En estas pirámides los rectángulos representan el número de individuos que contiene cada nivel trófico. También en este caso las pirámides pueden ser invertidas. Por ejemplo, el número de insectos herbívoros (consumidores) es muy superior al número de plantas (productores). (Figura 3)

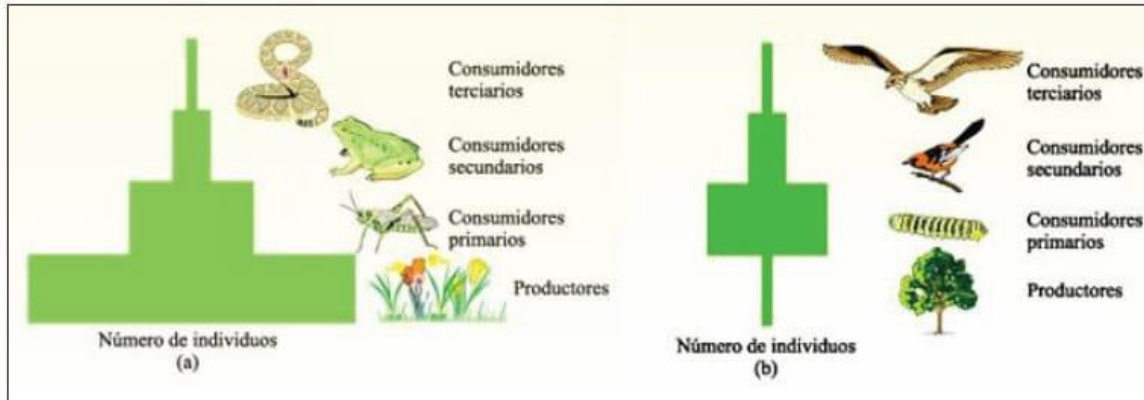


Figura 3. Pirámides de Números. a) los productores son pequeñas plantas. b) el productor es un gran árbol, por ello la pirámide se presenta invertida. Fuente: Google, recuperado con fines educativos.

Ahora puede desarrollar en su grupo las actividades correspondientes a la ficha 3.

También se puede encontrar en:

<https://drive.google.com/drive/folders/1087jyBzwCP0t8SZQwZ7tm62LbVUw2VgR?usp=sharing>

Anexo 5. Rejilla de valoración pre-test, test de Tri-inteligencias, pos-test, sabana de consolidados y fidelidad.

Debido a la extensión del documento se facilita en versión digital (cd) y en el siguiente link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1Gxx9lzEqc94qEj2xOmDZw7WEtRdLXBSG?usp=sharing>

Anexo 6. Evidencia fotográfica intervención didáctica

Debido a la cantidad de archivos, se propone un carpeta en Google Drive:

https://drive.google.com/drive/folders/1Wi-EzzQKieZW_e4X0Swk2klwFfvWr8Ye?usp=sharing